

**UNIVERSIDADE NOVA DE LISBOA**  
**FACULDADE DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA**  
**DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS E ENGENHARIA DO AMBIENTE**

**Aplicação de um SIG no Ordenamento do Território para a Implantação de uma Central de Ciclo  
Combinado**

**Elisabete de Jesus Barreiras Lopes Raimundo**

**Lisboa**

**Fevereiro 2009**

**UNIVERSIDADE NOVA DE LISBOA**  
**FACULDADE DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA**  
**DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS E ENGENHARIA DO AMBIENTE**

**Aplicação de um SIG no Ordenamento do Território para a Implantação de uma Central de Ciclo  
Combinado**

**Dissertação apresentada por Elisabete de Jesus Barreiras Lopes Raimundo à Faculdade de Ciências e  
Tecnologia da Universidade Nova de Lisboa, para obtenção do grau de Mestre em Ordenamento do  
Território e Planeamento Ambiental.**

**Orientador: Professor Doutora Graça Brito**

**Lisboa**

**Fevereiro 2009**

## **AGRADECIMENTOS**

Quero agradecer aqui a todos os que colaboraram comigo na elaboração desta tese de mestrado, quer através de simples contribuições, quer através da sua preocupação em apoiar este trabalho.

Não posso deixar de referir a Professora Graça Brito, que orientou a minha tese, demonstrando sempre confiança nos resultados desde o início até ao fim do trabalho, o que muito me motivou. Orientou o caminho nos momentos importantes, não deixando, no entanto de me dar grande liberdade de acção na criação e desenvolvimento desta dissertação.

Agradeço igualmente à IDOM Engenharia empresa na qual tenho consolidado a minha experiência profissional e pessoal, mais concretamente a todos os projectos de âmbito industrial, nos quais tenho estado envolvida, onde tenho tido a oportunidade de desenvolver a temática do Ordenamento do Território e do Ambiente.

Agradeço também ao Sr. Eng.º Fernando Gomes Loureiro, quer por todo o apoio e ensinamentos constantes, que me prestou ao longo dos anos em que tenho desenvolvido a minha actividade profissional, na área da consultoria ambiental associada a projectos industriais de grande envergadura, quer pelo apoio na revisão dos textos que compõem esta tese de mestrado.

Ao meu filho Diogo e ao meu esposo, Filipe, quer pelo apoio pessoal quer pela grande compreensão e paciência face à minha ausência, que nem sempre permitia o apoio que eles precisam e merecem.

## RESUMO

Palavras-chave: SIG, CCC; Ambiente, Ordenamento do Território, Funcionalidade do espaço

As centrais de ciclo combinado (CCC) são infra-estruturas cuja localização territorial está directamente dependente: (i) em termos operacionais, da proximidade das infra-estruturas associadas às suas explorações, mais concretamente Gás Natural, Rede Eléctrica e Água de Arrefecimento; (ii) em termos ambientais, nomeadamente os factores de natureza geológica, hidrogeológica, geotécnica, ambiental, bem como outros, de natureza económica e social. Neste contexto é sugerido que, a selecção de locais para a instalação de infra-estruturas de central de ciclo combinado deva ter por base de decisão critérios de natureza científica que traduzam, directa ou indirectamente a maior ou menor aptidão natural do local à implantação da obra.

Assim, propõe-se o desenvolvimento de uma metodologia faseada, em sistema de informação geográfica (SIG), que permita a ponderação de parâmetros de carácter geoambiental, socio-económico (e outros), que de forma directa ou indirecta, poderão influenciar sobre a maior ou menor aptidão do local (ou da região) para a instalação de uma infra-estrutura desta natureza (ALLEN et al., 2002, COSTA et al., 2003, 2005; CAETANO et al., 2005).

Como tal, a localização territorial destas instalações será, numa primeira fase condicionada por especificações técnicas e operacionais da própria instalação, e numa segunda fase por aspectos de carácter geoambiental e de ordenamento do território.

Pretende-se, numa primeira fase analisar em termos de ordenamento do território quais serão as alterações na funcionalidade do espaço em causa e que medidas serão adoptadas durante a fase de construção e de exploração de forma a assegurar uma funcionalidade espacial adaptada às instalações em análise e, posteriormente descrever sucintamente como funcionam este tipo de instalações.

Serão analisadas, em maior detalhe, duas localizações de centrais em locais diferentes (Sines e Figueira da Foz).

## **ABSTRACT**

Keywords: GIS, Combined Cycle Power, Environmental, Land use planning, Space functionality

Combined Cycle Power Plants locations are directly dependent:

- From the operational point of view: the proximity of infrastructures associated to its assets, like natural Gas, electrical network and cooling water.
- From the environmental point of view: factors like geological, hydro geological, geotechnical and environmental, along with economical and social ones.

In this context, it's suggested that the selection of the location of Combined Cycle Power Plants should be based in scientific criteria that directly or indirectly illustrate the natural suitability of the place to the construction site.

So, we propose a phased methodology, based in Geographical Information Systems (GIS), which allow the evaluation of geo-environmental, economical and social parameters, which in a direct or indirect way may influence the suitability of the site (region) for the installation of such infrastructure (ALLEN et al., 2002, COSTA et al., 2003, 2005; CAETANO et al., 2005).

As such, its geographical location will be subjected, in a first phase, by technical and operational specifications of the facilities, and in a second phase by geo-environmental and land use planning features.

In a first phase we will analyze, from the land use planning point of view the changes in the outer space functionality and which measures will be adopted during construction and operation phase as to ensure a space functionality tailored to the facilities, and after describe how this facilities work.

We will analyze two Power Plants locations in different areas (Sines and Figueira da Foz).

## **SIMBOLOGIA E NOTAÇÕES**

AE	Auto-Estrada
AP	Áreas Potenciais
BREF	Documento de Referência Sobre as Melhores Técnicas Disponíveis
°C	Graus Centígrados
CCC	Central de Ciclo Combinado
CCCGN	Central de Ciclo Combinado a Gás Natural
CO	Monóxido de Carbono
CO <sub>2</sub>	Dióxido de Carbono
CQO	Carência Química de Oxigénio
CR	Caldeira de Recuperação
DCS	Sistema de Controlo Distribuído
DGGE	Direcção Geral de Geologia e Engenharia
DGOTDU	Direcção Geral do Ordenamento do Território e Desenvolvimento Urbano
EN	Estrada Nacional
ERM	Estação de Regulação e Medida
ETAR	Estação de Tratamento de Águas Residuais
ERSE	Entidade Reguladora dos Serviços Energéticos
GEE	Gases de Efeito de Estufa
GN	Gás Natural
GNL	Gás Natural Liquefeito
ha	Hectares

HRSG	Caldeira de Recuperação (Heat Recovery Steam Generators)
IC	Itinerário Complementar
ICN	Instituto de Conservação da Natureza
IP	Itinerário Principal
ITA	Instalação de Tratamento de Água
kV	kiloVolte
kWh	kiloWatt hora
MAT	Muito Alta Tensão
MW	Mega Watt
NOx	Óxido de Azoto
O2	Oxigénio
PDM	Plano Director Municipal
PP	Plano de Pormenor
pH	Índice de Acidez
ppm	Partes por Milhão
PRV	Poliéster Reforçado com Fibra de Vidro
RAN	Reserva Agrícola Nacional
REN	Reserva Ecológica Nacional
REN	Rede Eléctrica Nacional
RNT	Rede Nacional de Transporte
RESP	Rede eléctrica do Sistema Público e Gás Natural
RSU	Resíduos Sólidos Urbanos

SE	Subestação Eléctrica
SIC	Sítios de Interesse Comunitário
SIG	Sistema de Informação Geográfica
TG	Turbina a Gás
TV	Turbina a Vapor
ZPE's	Zonas de Protecção Especial



## PRÓLOGO

A escolha do tema de desenvolvimento de uma aplicação SIG para a selecção de locais de implantação de Centrais de Ciclo Combinado surge por um lado pela formação de base obtida na licenciatura em Engenharia Biofísica, nomeadamente na área do ordenamento do território e por outro, pela formação pluridisciplinar obtida na parte curricular do mestrado em Ordenamento do Território e Planeamento Ambiental. De salientar ainda a necessidade pessoal e profissional em aprofundar os meus conhecimentos, uma vez que a minha actividade profissional se desenvolve na área do ordenamento do território e planeamento ambiental, mais concretamente na definição de locais para instalação de unidades industriais das mais variadas tipologias de entre as quais se destaca a localização de CCC.

A opção e a motivação para o presente trabalho, prende-se com o facto de considerar que, com o decorrer dos dias de hoje e com a evolução das técnicas informáticas de apoio aos estudos ambientais disponíveis, quando se planeia em termos de ordenamento do território a implantação de indústrias e outro tipo de instalações com implicações, quer em termos ambientais, quer em termos de planeamento ambiental, é fundamental a aplicação de sistemas que ponderem parâmetros operacionais e ambientais para assegurar a manutenção da qualidade de vida dos seres humanos, que residam ou tenham de se deslocar a este tipo de infra-estruturas com regularidade, bem como, da protecção e minimização dos efeitos sobre o meio ambiente envolvente.

Infelizmente o que ainda se constata é que a localização de muitas instalações e infra-estruturas não desenvolvem estudos prévios de forma a serem definidos e apresentados locais para a localização das instalações que estejam desde o início optimizados, desde que se tenham utilizado e contemplado parâmetros de selecção e valorização dos locais onde as mais variadas infra-estruturas se possam vir a instalar.

A opção por desenvolver uma aplicação para implantação de CCC está relacionada com o facto, de em termos profissionais, desde há cerca de 6 anos atrás, ter desenvolvido a minha actividade profissional associada a instalações deste tipo, estando projectadas para Portugal a instalação de 4 novas centrais correspondentes a 8 grupos a gás natural.

Ao realizar esta dissertação, estou consciente de que, no planeamento físico de ordenamento do território, existem conflitos entre os interesses dos promotores industriais e os interesses da população e das autarquias, onde se incluem muitas vezes os interesses camarários e por vezes nacionalistas, em detrimento das questões de ordenamento e de

planeamento ambiental. Desta forma, as áreas destinadas para implantação de indústrias e infra-estruturas como as CCC estão fortemente condicionadas por questões de operacionalidade e de interesse ambiental ainda que muitas vezes as questões associadas á implantação em determinado local, em detrimento de um outro, não estejam na realidade condicionadas.

## ÍNDICE GERAL

AGRADECIMENTOS.....	1
RESUMO .....	2
ABSTRACT.....	3
SIMBOLOGIA E NOTAÇÕES .....	4
PRÓLOGO .....	7
1. INTRODUÇÃO .....	14
1.1. Objectivos e hipóteses de trabalho .....	14
1.2. Estrutura do Trabalho.....	16
2. ENQUADRAMENTO .....	18
2.1. Definição do problema .....	18
2.2. Estudos similares - selecção de locais para instalação de aterros.....	27
2.3. Principais diferenças entre o estudo similar considerado e o Desenvolvido .....	32
2.4. Enquadramento legislativo .....	34
3. METODOLOGIA E MODELO CONCEPTUAL DE SIG .....	39
3.1. Introdução.....	39
3.2. Metodologia.....	40
3.3. Definição do Modelo Teórico de SIG.....	41
3.3.1. 1ª Etapa – Delimitação das áreas potenciais.....	44
3.3.2. 2ª Etapa - Remoção de áreas interditas .....	45
3.3.3. 3ª Etapa - Avaliação da Aptidão à instalação das CCC .....	47

3.3.4.	Descrição dos parâmetros do modelo .....	50
3.3.4.1.	Parâmetros de operacionalidade (etapa 1) .....	50
3.3.4.2.	Parâmetros de exclusão (etapa 2) .....	50
3.3.4.3.	Perímetros de Protecção aplicadas aos Critérios de Exclusão (etapa 2) .....	62
3.3.4.4.	Parâmetros para Avaliação de Áreas Residuais (etapa 3) .....	65
<b>4.</b>	<b>APLICAÇÃO DO MODELO NAS ÁREAS EM ESTUDO .....</b>	<b>66</b>
4.1.	Etapa 1 – Selecção de Áreas em Termos Operacionais (escala regional) .....	66
4.2.	Etapa 2 - Exclusão de Áreas Condicionadas (escala regional). .....	68
4.3.	Etapa 3 - Avaliação da Aptidão das Áreas Residuais (escala local) .....	71
4.3.1.	Breve caracterização do Concelho da Figueira da Foz .....	71
4.3.2.	Breve caracterização do Concelho de Sines .....	73
4.3.3.	Ponderação das Áreas Residuais .....	74
4.3.3.1.	PROCESSAMENTO DE DADOS EM SIG .....	74
4.3.3.2.	BASES E PARÂMETROS UTILIZADOS .....	74
4.3.3.3.	CATEGORIZAÇÃO DOS PARÂMETROS DE AVALIAÇÃO .....	75
4.3.4.	Apresentação de resultados .....	79
4.3.4.1.	FIGUEIRA DA FOZ .....	79
4.3.4.2.	SINES .....	88
<b>5.</b>	<b>CONCLUSÕES .....</b>	<b>93</b>
	<b>BIBLIOGRAFIA .....</b>	<b>95</b>
	<b>ANEXOS .....</b>	<b>98</b>

## ÍNDICE DAS FIGURAS

FIGURA 1.1 – LOCALIZAÇÃO DE CCC .....	16
FIGURA 2.1 - CONFIGURAÇÃO DE UMA CCC .....	20
FIGURA 2.2 – VISTA GERAL CIRCUITO DE REFRIGERAÇÃO .....	25
FIGURA 2.3 – PLANTA E SECÇÃO DO DESAREADOR E CASA DAS BOMBAS .....	25
FIGURA 3.1 - MODELO DE SIG ADOPTADO .....	43
FIGURA 3.2 – 1ª ETAPA MODELO SIG – ÁREAS POTENCIAIS .....	45
FIGURA 3.3 – 2ª ETAPA MODELO SIG – EXCLUSÃO DE FACTORES NATURAIS (ÁREAS RESIDUAIS) .....	47
FIGURA 4.1 - FASE 1 - DISPONIBILIDADE HÍDRICA (LINHAS DE ÁGUA, LINHA DE COSTA E ALBUFEIRAS) .....	67
FIGURA 4.2 - FASE 1 - FACTORES ANTRÓPICOS (GASODUTOS E LINHAS DE ALTA TENSÃO) .....	67
FIGURA 4.3 - FASE 1 - CRITÉRIOS DE OPERACIONALIDADE NATURAIS E ANTRÓPICOS .....	68
FIGURA 4.4 - FASE 1 - ÁREAS POTENCIAIS RESULTANTE DA INTERSECÇÃO DOS CRITÉRIOS DE OPERACIONALIDADE .....	68
FIGURA 4.5 – FASE 2 - ÁREAS POTENCIAIS APÓS A EXCLUSÃO DOS FACTORES B1 REFERENTE ÀS ÁREAS CLASSIFICADAS .....	70
FIGURA 4.6 - FASE 2 - ÁREAS POTENCIAIS APÓS EXCLUSÃO DOS FACTORES B2 REFERENTES AOS FACTORES GEOLÓGICOS .....	70
FIGURA 4.7 - FASE 2 - ÁREAS POTENCIAIS RESULTANTES DA INTERSECÇÃO DOS FACTORES DE EXCLUSÃO B1/B2 .....	70
FIGURA 4.8 - FASE 2 - ÁREAS POTENCIAIS/RESIDUAIS APÓS A APLICAÇÃO DE TODOS OS CRITÉRIOS DE EXCLUSÃO .....	70
FIGURA 4.9 - FASE 3 - CENÁRIO 1 (FIGUEIRA DA FOZ) .....	81
FIGURA 4.10 - FASE 3 – AP DO CENÁRIO 1 (FIGUEIRA DA FOZ) .....	81
FIGURA 4.11 - FASE 3 - CENÁRIO 2 (FIGUEIRA DA FOZ) .....	82
FIGURA 4.12 - FASE 3 – AP DO CENÁRIO 2 (FIGUEIRA DA FOZ) .....	82
FIGURA 4.13 - FASE 3 - CENÁRIO 3 (FIGUEIRA DA FOZ) .....	83
FIGURA 4.14 - FASE 3 – AP DO CENÁRIO 3 (FIGUEIRA DA FOZ) .....	83
FIGURA 4.15 - FASE 3 - CENÁRIO 4 (FIGUEIRA DA FOZ) .....	84
FIGURA 4.16 - FASE 3 – AP DO CENÁRIO 4 (FIGUEIRA DA FOZ) .....	84
FIGURA 4.17 - FOTOMONTAGEM DA CCC DE LAVOS (FIGUEIRA DA FOZ) E A SUA ENVOLVENTE .....	86
FIGURA 4.18 - FOTOMONTAGEM DA CCC DE LAVOS (FIGUEIRA DA FOZ) E A SUA ENVOLVENTE .....	86
FIGURA 4.19 – LOCALIZAÇÃO DA CCC DE LARES (FIGUEIRA DA FOZ) E A SUA ENVOLVENTE .....	87
FIGURA 4.20 – ASPECTO DA CONSTRUÇÃO DA CCC DE LARES (FIGUEIRA DA FOZ) .....	87
FIGURA 4.21 – FASE 3 - CENÁRIO 1 (SINES) .....	90
FIGURA 4.22 - FASE 3 – AP DO CENÁRIO 1 (SINES) .....	90
FIGURA 4.23 - FASE 3 - CENÁRIO 2 (SINES) .....	90

FIGURA 4.24 - FASE 3 – AP DO CENÁRIO 2 (SINES).....	90
FIGURA 4.25 - USO DO SOLO EXISTENTE NA ZONA DA CCC DE SINES E NA SUA ENVOLVENTE.....	92

## ÍNDICE DE QUADROS

QUADRO 2.1 - ESTIMATIVA DE TIPO RESÍDUOS GERADOS NA CONSTRUÇÃO DE UMA CENTRAL .....	22
QUADRO 2.2 ESTIMATIVA DO TIPO DE RESÍDUOS GERADOS NA EXPLORAÇÃO DE UMA CENTRAL .....	23
QUADRO 2.3 - CRITÉRIOS DE SELECÇÃO DE LOCAIS PARA A INSTALAÇÃO DE ATERROS, SEGUNDO A. BAGCHI (1994) .....	27
QUADRO 3.1 - PARÂMETROS PARA O MODELO DE AVALIAÇÃO DE ÁREAS RESIDUAIS .....	49
QUADRO 3.2 - PARÂMETROS DE SELECÇÃO DE ÁREAS POTENCIAIS EM TERMOS OPERACIONAIS .....	50
QUADRO 3.3- PARÂMETROS DE EXCLUSÃO DE ÁREAS.....	51
QUADRO 3.4 - DISTÂNCIAS TAMPÃO APLICÁVEIS AOS CRITÉRIOS DE EXCLUSÃO – FACTORES ANTRÓPICOS (ADAPTADO DE ALLEN, 2001,2002).....	64
QUADRO 3.5 - DISTÂNCIAS TAMPÃO APLICÁVEIS AOS CRITÉRIOS DE EXCLUSÃO – FACTORES NATURAIS (ADAPTADO DE ALLEN, 2001,2002).....	64
QUADRO 3.6 - CRITÉRIOS DE AVALIAÇÃO APLICADOS A ÁREAS RESIDUAIS – FACTORES GEOLÓGICOS (A) .....	65
QUADRO 3.7 - CRITÉRIOS DE AVALIAÇÃO APLICADOS A ÁREAS POTENCIAIS – FACTORES SÓCIO-ECONÓMICOS .....	65
QUADRO 3.8 - CRITÉRIOS DE AVALIAÇÃO APLICADOS A ÁREAS POTENCIAIS – ÁREAS DENOMINADAS (CLASSIFICADAS) .....	65
QUADRO 4.1 - INFORMAÇÃO UTILIZADA NA ETAPA 1 .....	66
QUADRO 4.2 - CARTAS UTILIZADAS NA ETAPA 2 .....	69
QUADRO 4.3 - CARTAS UTILIZADAS PARA A AVALIAÇÃO DAS ÁREAS DE SINES E DA FIGUEIRA DA FOZ .....	71
QUADRO 4.4 - BASES E PARÂMETROS UTILIZADAS.....	75
QUADRO 4.5 - CRITÉRIOS DE AVALIAÇÃO APLICADOS A ÁREAS RESIDUAIS – FACTORES GEOLÓGICOS (A E D) .....	78
QUADRO 4.6 - CRITÉRIOS DE AVALIAÇÃO APLICADOS A ÁREAS POTENCIAIS – FACTORES SÓCIO-ECONÓMICOS (B) .....	78
QUADRO 4.7 - CRITÉRIOS DE AVALIAÇÃO APLICADOS A ÁREAS POTENCIAIS – ÁREAS DENOMINADAS (CLASSIFICADAS) .....	78
QUADRO 4.8 - CENÁRIOS ESTUDADOS PARA A FIGUEIRA DA FOZ .....	79
QUADRO 4.9 - PESOS ATRIBUÍDOS PARA OS CENÁRIOS 3 E 4 DA FIGUEIRA DA FOZ.....	80
QUADRO 4.10 - VALORES MÁXIMOS E MÍNIMOS DOS RESULTADOS PARA A FIGUEIRA DA FOZ.....	81
QUADRO 4.11 - CENÁRIOS ESTUDADOS PARA SINES .....	88
QUADRO 4.12 - PESOS ATRIBUÍDOS PARA O CENÁRIO 2.....	88
QUADRO 4.13 - VALORES MÁXIMOS E MÍNIMOS DOS RESULTADOS PARA SINES.....	89

## **1. INTRODUÇÃO**

O tema desta dissertação enquadra-se no domínio da Engenharia Geoambiental, Ordenamento do Território e Planeamento Ambiental e tem como objectivo a aplicação de uma metodologia em ambiente SIG para a selecção de locais que apresentem aptidão para a instalação de uma central de ciclo combinado (CCC), tendo em consideração parâmetros de carácter ambiental, socio-económico e de operacionalidade para as referidas estruturas.

As principais razões pelas quais se optou neste trabalho por aplicar um sistema SIG para a selecção de áreas de aptidão à construção de uma CCC, prendem-se não só com as conhecidas vantagens que os SIG apresentam relativamente aos métodos tradicionais (a utilização e interpretação de “cartografia em papel”), como também contribuir para (i) a definição de critérios rigorosos e científicos para a avaliação dos locais; (ii) tornar o processo reprodutível para vários cenários e situações e, por último; (iii) permitir validar ou aferir sobre a aptidão de locais já seleccionados para a instalação de infra-estruturas de CCC e desta forma promover a adopção de medidas mitigadoras de risco, caso existam, em termos de ordenamento do território e desenvolvimento sustentável.

### **1.1. Objectivos e hipóteses de trabalho**

Os objectivos fundamentais da presente tese visaram desenvolver metodologias tendentes a:

- Fomentar a selecção de locais para instalação de CCC onde estejam presentes os factores de operacionalidade e ambientais necessárias para o funcionamento deste tipo de instalações;
- Apoiar a selecção destes locais através da combinação de um SIG com a avaliação de critérios de selecção, exclusão e valoração;
- Verificar através da aplicação do modelo se os locais seleccionados para implantação destas infra-estruturas são coincidentes com os resultantes do modelo. Esta é pois uma forma de validar o próprio modelo.

Os objectivos específicos desta tese são:

- Desenvolver um modelo SIG que tome em consideração os factores de operacionalidade, geológicos, ambientais, legais e sociais;
- Aplicar o modelo desenvolvido a nível nacional e posteriormente em dois



locais específicos para proceder á sua validação.

Pretende-se cumprir os objectivos com base em revisão e análise bibliográfica de estudos sobre o tema, legislação e na aplicação prática do modelo desenvolvido.

Como hipótese de trabalho refere-se que o procedimento desenvolvido para a selecção dos melhores locais para a instalação de Centrais de Ciclo Combinado deverá ter em atenção os seguintes objectivos:

- Assegurar que o local seleccionado possui, em termos de critérios técnicos, as infra-estruturas adequadas, isto é, disponibilidade hídrica, linha eléctrica de ligação à RESP – Rede eléctrica do Sistema Público e Gás Natural;
- Integrar o processo de selecção num programa mais abrangente de desenvolvimento regional, levando em consideração os factores económicos e legais inerentes;
- Assegurar que o local seleccionado seja o mais adequado do ponto de vista ambiental, em termos de critérios técnicos que envolvam a flora e fauna, o solo, a água e o ar e a paisagem.

Pretende-se assim definir quais os critérios e procedimentos fundamentais à avaliação de locais para a implementação de centrais de ciclo combinado (CCC), tendo em vista: (i) a selecção de áreas potenciais à sua implementação no território nacional; (ii) a hierarquização dessas áreas potenciais por classes de aptidão, de forma fomentar a tomada de decisão com base em critérios de natureza científica e, consequentemente, minimizar os impactes provocados por uma obra desta natureza.

Os resultados da avaliação permitem, numa fase posterior de construção, servir de base para a selecção das medidas de construção/exploração mais adequadas a adoptar, de forma a maximizar as funcionalidades do espaço físico e paralelamente promover o desenvolvimento sustentável do território.

Na validação do modelo serão analisadas duas localizações de centrais, que se encontram já em fase de construção: uma localizada no concelho de Sines e uma outra no concelho da Figueira da Foz.

## Localização CCC

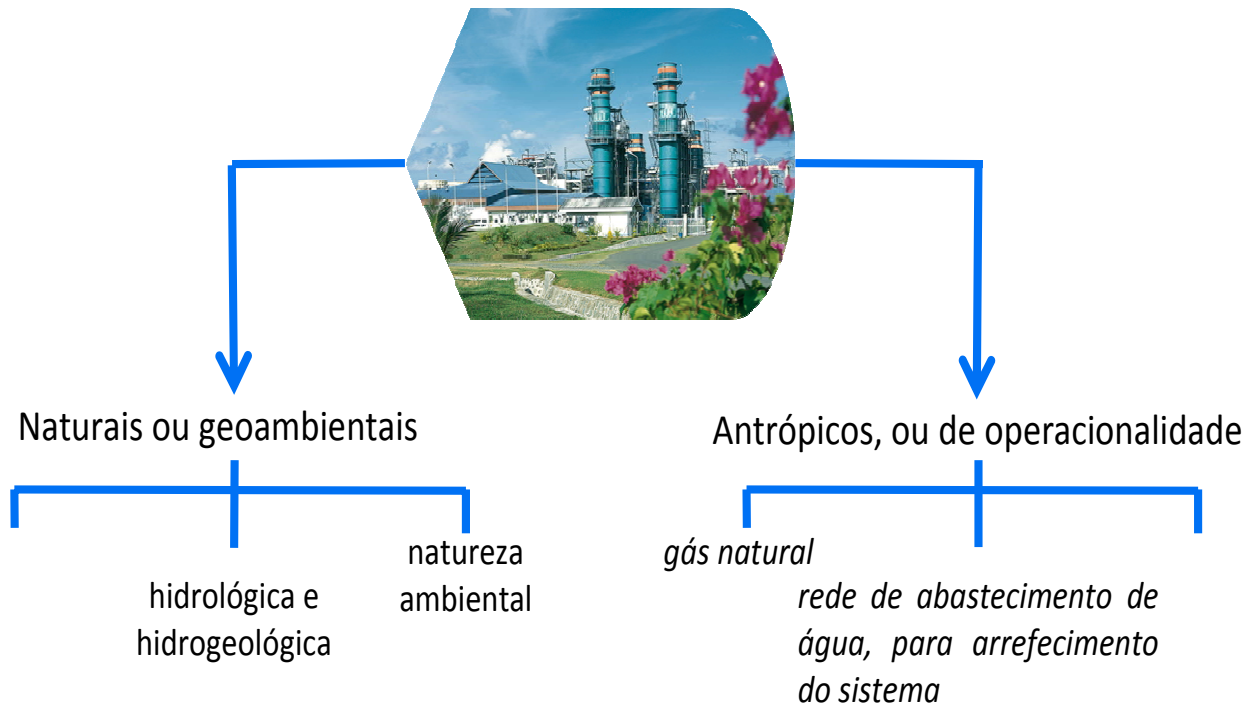


Figura 1.1 – Localização de CCC

### 1.2. Estrutura do Trabalho

A tese é composta por cinco capítulos.

O primeiro capítulo engloba uma breve introdução, os objectivos e hipóteses de estudo.

No segundo capítulo é apresentado um enquadramento do tema, são apresentadas sinteticamente as questões técnicas associadas a Centrais de Ciclo Combinado, nomeadamente no que diz respeito aos assuntos técnicos de operacionalidade que, por sua vez, estão relacionados com as questões ambientais.

Apresenta-se uma resenha sobre estudos mais recentes realizados no contexto deste trabalho e faz-se o enquadramento legislativo do tema em apreço.

O terceiro capítulo corresponde à definição da Metodologia adoptada na elaboração do modelo SIG a aplicar, com a análise e interpretação dos critérios e parâmetros consideradas fundamentais sobre a problemática de selecção de locais para a instalação de uma CCC..

No quarto capítulo apresenta-se a aplicação do modelo definido, numa primeira fase, a nível regional, e posteriormente a nível local. Neste capítulo descrevem-se os procedimentos e resultados obtidos para as fases 1 e 2 do modelo proposto em que a área de estudo considerada foi o território nacional. Na fase 3 foram estudadas duas áreas potenciais, mais concretamente os Concelhos da Figueira da Foz e de Sines, dado que em termos legislativos foi autorizado, por parte das entidades competentes, a instalação de centrais nestes mesmos locais. Neste capítulo é efectuada a demonstração da aplicação SIG nos dois locais estudados (na fase 3), com maior detalhe, sendo por isso mesmo neste ponto avaliados os resultados obtidos em cada região, bem como a comparação entre os resultados obtidos nestes dois locais. Para além disso, será verificada se a previsível localização da instalação das centrais autorizadas pelas entidades competentes estão localizadas nas áreas definidas pelo modelo com melhor aptidão para esse mesmo fim.

O quinto capítulo contém as conclusões deste trabalho onde são apresentadas algumas considerações a todo o trabalho desenvolvido, bem como, aos resultados obtidos.

No Anexo I apresentam-se as figuras resultantes da aplicação do modelo, passo por passo, de forma a evolução do trabalho.

No Anexo II refere-se o método utilizado para a conversão dos dados numa escala qualitativa de aptidão.

No Anexo III da tese é apresentada uma descrição mais detalhada das questões técnicas associadas ao funcionamento operativo de uma central. Desta forma serão objecto de análise os: Diferentes Tipos de Geração; Descrição do processo das Centrais Termoeléctricas de Vapor; Características Técnicas dos Principais Equipamentos; Sistema de Combustível, Sistema de Refrigeração, Sistema de Exaustão de Gases Sistema de Captação, Armazenagem, Tratamento e Distribuição de Água, Sistema de Drenagem e Tratamento de Efluentes Líquidos e Outros Sistemas. Este capítulo assume uma relevância extrema, uma vez que só conhecendo o sistema de funcionamento deste tipo de infra-estrutura, é que será perceptível o tipo de metodologia utilizada, mais concretamente dos parâmetros e critérios adoptados.

## **2. ENQUADRAMENTO**

As centrais de ciclo combinado são infra-estruturas cuja localização territorial está directamente dependente de dois tipos de factores:

- Naturais incluídos os parâmetros ambientais;
- Antrópicos, ou de operacionalidade.

Como factores naturais que influenciam a localização de uma CCC referem-se os de natureza geológica, hidrológica e hidrogeológica e de natureza ambiental. Relativamente aos factores antrópicos (ou de operacionalidade) apresentam-se como condicionantes à construção deste tipo de infra-estruturas a necessidade de proximidade a infra-estruturas associadas à exploração das CCC, como sejam, a existência de rede de abastecimento de gás natural, rede eléctrica e rede de abastecimento de água, para arrefecimento do sistema. Além destes, existem outros parâmetros, de natureza económica e social, que não serão contemplados neste estudo.

Neste contexto é sugerido que, a selecção de locais para a instalação de infra-estruturas de central de ciclo combinado deva ter por base de decisão critérios de natureza científica que traduzam, directa ou indirectamente, a maior ou menor aptidão natural do local à sua implantação;

Assim, numa fase preliminar de selecção de locais com maior aptidão para a selecção de locais para a instalação de uma CCC, propõe-se a aplicação de uma metodologia faseada, em sistema de informação geográfica (SIG), que permita a ponderação de parâmetros de carácter geoambiental, socio-económico e de operacionalidade que, de forma directa ou indirecta, poderão influenciar a maior ou menor aptidão do local (ou da região) para a instalação de uma infra-estrutura desta natureza (ALLEN et al., 2001, 2002, COSTA et al., 2003, 2005; CAETANO et al., 2005).

### **2.1. Definição do problema**

A escolha de uma metodologia para os estudos de selecção de locais para instalação de Centrais de Ciclo Combinado está dependente, em termos gerais, do estágio do desenvolvimento do País nesta matéria.

Das pesquisas efectuadas foi possível constatar que não foi encontrada nenhuma metodologia específica sobre a temática em estudo, mas sim metodologias de selecção de opções em termos de equipamentos a incluir nas CCC. Estas metodologias de comparação

de equipamentos estão disponíveis por parte dos fabricantes e fornecedores tais como, a Alstom e a Siemens, entre outras.

Por outro lado, foram encontrados algumas publicações relacionadas com o tipo de central adoptada e as vantagens e desvantagens inerentes a cada tipo de processo de geração de energia eléctrica.

### **Centrais de Ciclo Combinado (CCC)**

Nos finais do século passado a introdução das redes de gás natural nos diferentes países tornaram mais fácil a utilização daquele combustível na contribuição do aumento do rendimento das Centrais Térmicas tradicionais. Assim as Centrais de Geração de Energia evoluíram para as chamadas Centrais de Ciclo Combinado (CCC), com um incremento significativo no seu rendimento.

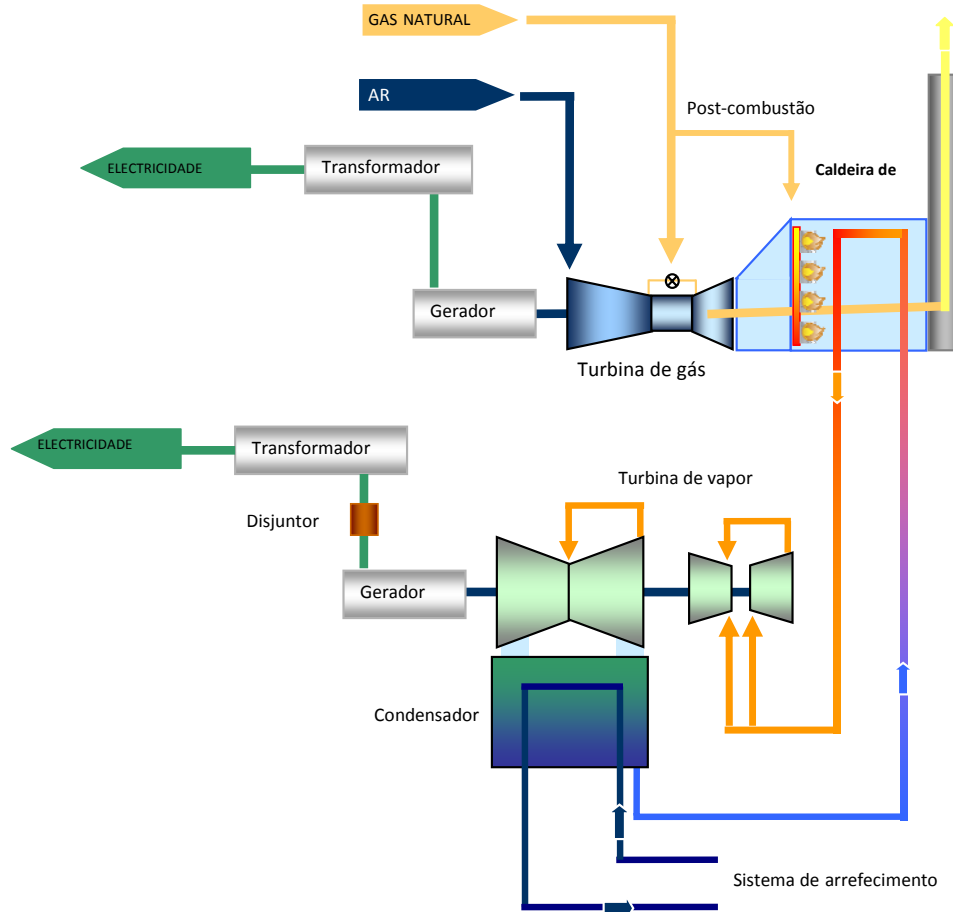
Uma CCC é uma instalação industrial de produção de energia eléctrica que compreende uma ou mais turbinas a gás cujos gases de energia são dirigidos para uma caldeira que pode, ou não, ser aquecida por um combustível complementar. O vapor fornecido pela caldeira é utilizado para accionar a turbina de vapor, que acoplada a um gerador, produz energia eléctrica.

O funcionamento de uma Central Térmica de Ciclo Combinado baseia-se na combinação de dois ciclos de geração de energia: um através de uma turbina a gás e outro com o aproveitamento do calor residual dos gases de escape da turbina a gás num ciclo de vapor, resultando num aumento substancial do rendimento do conjunto para valores de cerca de 60%.

A turbina de gás acciona o compressor que fornece o ar para o processo de combustão. O ar comprimido, previamente filtrado, é introduzido nas câmaras de combustão juntamente com o combustível, (gás natural principalmente, ou gasóleo em casos esporádicos de interrupção do fornecimento). Os gases de combustão, a uma temperatura e pressão muito alta, expandem-se accionando a turbina de gás que reparte o trabalho mecânico com o compressor de ar e através do eixo comum, acciona o gerador onde finalmente se produz electricidade.

Os gases de escape da turbina de gás (a cerca de 630 °C), que não possam ser aproveitados para gerar mais energia eléctrica de forma directa, são introduzidos na caldeira de recuperação de calor, que transforma a água do ciclo água - vapor em vapor a alta temperatura para a sua admissão à turbina de vapor, fazendo girar o eixo comum e desta

forma o gerador, produzindo por sua vez energia eléctrica. Os gases de escape a cerca de 80°C serão evacuados finalmente pela chaminé. Na Figura 2.1 apresenta-se, de forma esquemática, um projecto de instalação de uma Central de Ciclo Combinado.



**Figura 2.1 - Configuração de uma CCC**  
(Fonte: Projecto da Central de Ciclo Combinado da Figueira da Foz, IDOM, 2006)

A utilização de Gás Natural como combustível justifica-se por razões respeitantes à evolução desejada no mercado interno da energia e à necessidade de respeitar acordos internacionais de natureza ambiental.

A vantagem, em termos ambientais, da utilização de Gás Natural em relação a outros combustíveis fósseis, resulta do facto da relação dos elementos Hidrogénio e Carbono ser a mais elevada naquele grupo de combustíveis. O processo de combustão dá origem à formação de água e dióxido de carbono, ( $\text{CO}_2$ ), sendo emitida uma quantidade de  $\text{CO}_2$  por unidade de calor gerada, muito inferior àquela que seria emitida com outro combustível.

O teor em CO<sub>2</sub> de emissões atmosféricas de uma Central de Ciclo Combinado a Gás Natural é cerca de 2 vezes menor que as de uma central equivalente usando carvão ou fuelóleo.

A emissão de óxidos de azoto (NO<sub>x</sub>), é minimizada pela utilização de queimadores de baixo teor de NO<sub>x</sub> ("Dry Low NO<sub>x</sub>") nas turbinas a gás. Aumentando o fluxo de ar para as câmaras de combustão, a temperatura de combustão é mantida abaixo dos 1500°C, de modo a mitigar a formação de NO<sub>x</sub>. Os fornecedores de equipamento garantem níveis de NO<sub>x</sub>, na ordem dos 25 ppm (15% de O<sub>2</sub> em base seca).

Para além disto, o Gás Natural é um combustível isento de partículas e com um teor de enxofre muito baixo, ou mesmo nulo. Como consequência, a sua utilização não dá origem à emissão de partículas ou óxidos de enxofre.

Os resíduos que são geralmente produzidos na fase de construção de uma Central de Ciclo Combinado são de três tipos: inertes, equiparados a urbanos e perigosos.

Dentro dos inertes podem-se produzir, entre outros: terras da escavação, betão, provetes de betão, assim como plásticos, peças metálicas e recipientes e embalagens de plástico;

Em relação com os resíduos equiparados a urbanos, os tipos que se podem gerar serão papel e cartão e seus recipientes e embalagens, assim como madeira, resíduos orgânicos e lamas de fossas sépticas;

Dentro dos resíduos perigosos, fundamentalmente serão produzidos óleos usados, procedentes da maquinaria que participe na construção da central, assim como recipientes metálicos de óleos, gorduras, tintas, vernizes e solventes.

Os resíduos industriais que irão se gerados durante a fase de funcionamento da Central serão de tipos urbanos e perigosos, os quais são enumerados de seguida:

Os resíduos tipo urbano que se podem produzir serão, entre outros, os seguintes: plástico, vidro, recipientes e embalagens de plástico, papel, cartão e embalagens de papel e cartão, lixo doméstico (restos orgânicos), restos de poda e jardins, embalagens de madeira, restos metálicos e resíduos retidos nas grelhas do sistema de água de circulação (algas, organismos marinhos, sólidos inertes, etc., que serão evacuados para um contentor);

Os resíduos perigosos que se podem produzir serão, entre outros, os seguintes: óleos usados (lubrificantes, hidráulicos, dieléctricos), filtros de óleo, trapos impregnados de óleo

e/ou gordura, solventes (halogenados/não halogenados), recipientes vazios (óleos, gorduras, tintas e produtos químicos perigosos), pilhas, lâmpadas fluorescentes e a lavagem “off-line” da turbina a gás.

Por outro lado, serão gerados outros resíduos tais como as lamas procedentes do processo de clarificação de água do rio, as lamas da estação de tratamento pré - fabricada para o tratamento dos esgotos domésticos e as lamas procedentes da linha de lamas da estação de tratamento de águas residuais, que serão caracterizados, de acordo com a normativa vigente, e segundo os resultados desta caracterização serão geridos como perigosos ou equiparados a urbanos. Em princípio são considerados como não perigosos.

Apresentam-se nos Quadros 2.1 e 2.2 as características dos diferentes tipos de resíduos previstos durante a fase de construção e exploração de uma Central.

Quadro 2.1 - Estimativa de tipo resíduos gerados na construção de uma Central

Descrição do Resíduo	Origem	Armazenagem
Madeira	Restos de materiais utilizados na construção	Contentores de recolha selectiva
Vidro		
Plástico		
Mistura de metais		
Terras de escavação	Terras resultantes das actividades de escavação	Depósito em local autorizado
Embalagens	Embalagens de protecção de equipamentos e material diverso necessário à construção da Central	Contentores de recolha selectiva
Trapos contaminados com óleos	Trabalhos de montagem de equipamentos	Contentor específico para resíduos perigosos
Resíduos urbanos e equiparados	Várias origens	Contentor de RSU



Quadro 2.2 Estimativa do tipo de resíduos gerados na exploração de uma Central

Descrição do Resíduo	Origem	Armazenagem
Óleos minerais não clorados de lubrificação	Lubrificação de equipamentos	Bidões / Parque de resíduos (com bacia de retenção)
Óleos sintéticos de lubrificação	Lubrificação de equipamentos	
Óleos minerais isolantes não clorados	Lubrificação de equipamentos	
Águas oleosas	Separadores óleo/água	
Solventes	Operações de limpeza e manutenção	
Embalagens contaminadas por resíduos de substâncias perigosas	Embalagens de acondicionamento de produtos químicos	Contentor / Parque de resíduos
Absorventes e materiais filtrantes contaminados por substâncias perigosas	Filtros e operações de limpeza e manutenção	Contentor / Parque de resíduos
Lamas do tratamento de águas residuais não perigosas	Tratamento de efluentes químicos e domésticos	Contentor ou Big-bags
Resinas de permuta iónica saturadas	Tratamento de águas	Contentor
Embalagens de madeira	Origens várias	Contentor / Parque de resíduos
Pilhas alcalinas	Origens várias	Contentor específico
Toners, tinteiros e cartuchos	Escritórios	Contentor específico
Papel e cartão	Escritórios	Contentor de recolha selectiva
Embalagens de vidro (bebidas)	Origens várias	Contentor de recolha selectiva
Lâmpadas fluorescentes	Iluminação	Contentor específico / Parque de resíduos
Pilhas e acumuladores vários	Origens várias	Contentor específico / Parque de resíduos
Embalagens plásticas (bebidas)	Origens várias	Contentor de recolha selectiva
Embalagens metálicas (bebidas)	Origens várias	Contentor de recolha selectiva
Resíduos urbanos e equiparados	Origens várias	Contentor de RSU

Uma Central de Ciclo Combinado utiliza usualmente quatro tipos de água: água potável, água industrial, água desmineralizada e água do mar ou água do rio.

A água potável destina-se aos seguintes consumidores: instalações sanitárias, instalações onde se preparem alimentos (refeitório e bar), laboratórios, chuveiros e lava-olhos a serem instalados nas zonas de manuseamento e utilização de produtos químicos e, de um modo geral, em todas as zonas onde permaneçam pessoas.

A água industrial será utilizada principalmente na alimentação da instalação de produção de água desmineralizada, na rede de água de combate a incêndios e na rede de água de serviços gerais utilizada para limpeza de pavimentos e equipamentos.

No recinto da Central de Ciclo Combinado o fornecimento de água industrial aos diversos locais de consumo será assegurado por uma rede de distribuição de água industrial.

A água desmineralizada será obtida a partir da água industrial. A Central de Ciclo Combinado será dotada de uma Instalação de Tratamento de Água (ITA) para produção de água desmineralizada a partir de água industrial. A água desmineralizada destina-se à compensação do ciclo água-vapor, à refrigeração de alguns equipamentos e é também utilizada no laboratório químico.

A instalação de tratamento de água será composta por filtros de areia, filtros de carvão activado seguidos de uma unidade de produção de água desmineralizada. Esta unidade de produção de água desmineralizada será composta por duas linhas independentes com 100% de capacidade de produção cada uma.

De forma a garantir uma determinada autonomia em termos de água desmineralizada esta deverá ser armazenada num tanque de 1.200 m<sup>3</sup>.

O consumo nominal estimado de água desmineralizada de dois grupos é cerca de 30 m<sup>3</sup>/h.

A água desmineralizada utilizada na compensação do ciclo água-vapor será sujeita ainda a um tratamento químico adicional com o objectivo de reduzir a corrosão das tubagens. Este tratamento consiste, normalmente na adição de um produto redutor de oxigénio, um produto de controlo do pH e um produto para precipitar e eliminar sais.

A água necessária à compensação das torres de refrigeração ou do funcionamento do circuito de refrigeração será obtida através de uma estação de bombagem na captação. A estação de bombagem será constituída por duas bombas cada uma com capacidade para fornecer água de compensação para as torres de refrigeração para os dois grupos em funcionamento.

A água de compensação será transportada para a Central por uma conduta dimensionada para o caudal de dois grupos funcionando em simultâneo.

Serão construídas infra-estruturas de captação e descarga da água de circulação. Parte das mesmas serão construídas dentro do mar, ou do rio, consoante a opção adoptada.

Também se dissipará com água do mar, ou do rio, o calor libertado na operação dos equipamentos e sistemas auxiliares da instalação, mediante permutadores de calor intermédios com água em circuito fechado.

O caudal de água de refrigeração do ciclo combinado será da ordem de 13 m<sup>3</sup>/s,. Desta forma, o aumento de temperatura no caudal de descarga será inferior a 9,8°C, em condições normais de funcionamento.

Para evitar incrustações de microorganismos biológicos nos circuitos de refrigeração, esporadicamente será injectado hipoclorito de sódio e brometo de sódio como biocidas nos circuitos. Os equipamentos doseadores estarão instalados na tomada de água. A dosagem será controlada de forma a que nunca se ultrapassem as concentrações permitidas pela legislação na descarga do circuito.

A seguir são apresentadas duas ilustrações. A primeira é uma vista geral do circuito de refrigeração (perpendicular à linha de costa desde a Central), e a segunda é uma ampliação do conjunto desareador-casa das bombas.

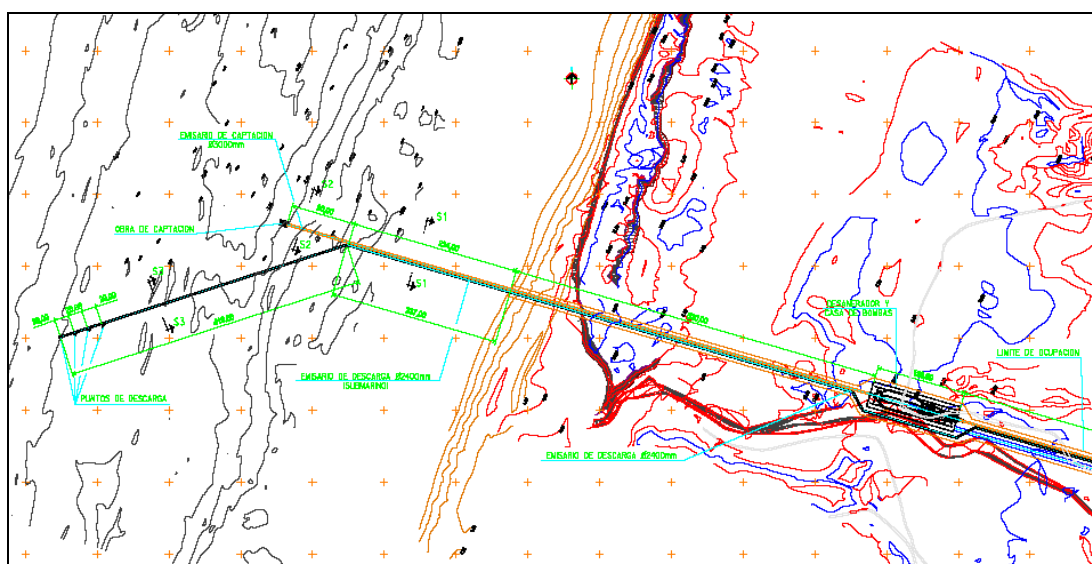


Figura 2.2 – Vista geral circuito de refrigeração

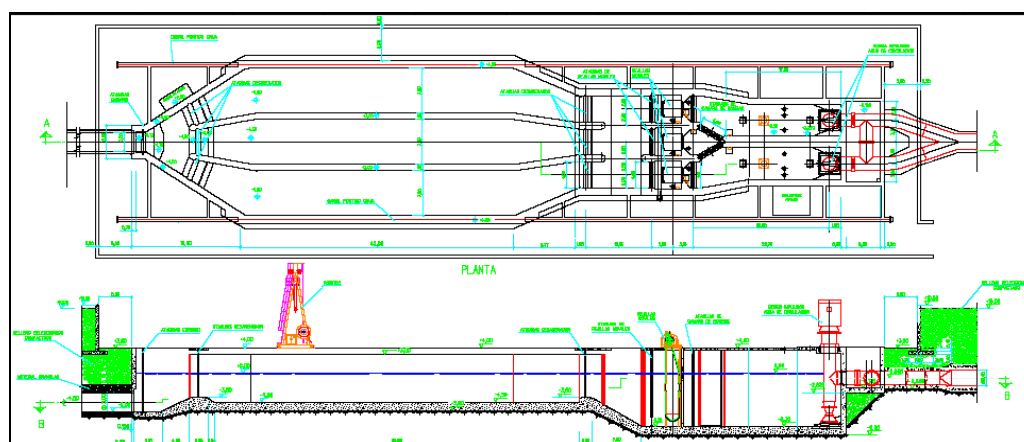


Figura 2.3 – Planta e secção do desareador e casa das bombas

Na tabela 4.2 do documento BREF1 sobre Sistemas de Refrigeração na Indústria (Integrated Pollution Prevention and Control (IPPC) - Reference Document on the Application of Best Available Techniques to Industrial Cooling Systems. Comissão Europeia, 2001), estabelece que a alternativa do circuito aberto através de água de mar é o melhor sistema para localizações em zonas costeiras.

Por isto, à priori, aplicando os critérios de BAT (Best Available Techniques = “Melhores Técnicas Disponíveis”) o sistema de água de refrigeração por fornecimento directo de água do mar em circuito aberto seria o sistema mais adequado para a central projectada, já que com este sistema os consumos de energia associados à refrigeração da central são muito menores que em circuito fechado, o que resulta numa melhor eficiência da central.

Para além do recurso à água do mar para refrigeração, será necessário o fornecimento de água doce para o funcionamento da Central, que uma vez tratada se utiliza no processo, limpezas, na rede de incêndios, na higiene pessoal...

Em qualquer caso, as necessidades de água serão muito mais reduzidas que nas centrais convencionais. Estima-se um consumo aproximado de 0,51 Hm<sup>3</sup> anuais, equivalente a um consumo médio de 16 l/s.

### **Central de Tratamento de Água**

A água captada procedente do rio Mondego é acondicionada para adequar as suas características físico-químicas à qualidade de água requerida pelos diferentes usos existentes na Central.

A estação de tratamento de água consistirá num pré-tratamento da água bruta captada do rio, formada por duas linhas de produção de água desmineralizada de 25 m<sup>3</sup>/h (100 % de capacidade de um grupo) cada uma delas, da qualidade requerida pela caldeira de recuperação.

As funções da central de tratamento de água são:

- Fornecimento de água tratada para o sistema de protecção contra incêndios e água de serviços.
- Fornecimento de água desmineralizada ao ciclo água-vapor da Central, e para reduzir as emissões de NOX no caso de que a Central funcione com gasóleo.

## 2.2. Estudos similares - selecção de locais para instalação de aterros

Dado que não foram encontradas metodologias quer nacionais quer internacionais associadas à optimização da selecção de locais para instalação de Centrais de Ciclo Combinado utilizou-se como referência os textos e trabalhos mundialmente reconhecidos de A.BAGCHI (1994) e de (ALLEN et al. 2001, 2002, COSTA et al, 2003, 2005; CAETANO et al, 2005); referentes á selecção de locais para instalação de aterros sanitários, bem como, a experiência profissional que tenho desenvolvido ao longo dos anos em que tive a oportunidade de acompanhar a evolução deste tipo de instalações.

Em países como os Estados Unidos da América a selecção de locais para a instalação de resíduos decorre, hoje em dia, quase com a naturalidade de um acto de rotina, decorridos que são cerca de 30 anos sob a influência da National Environmental Policy Act Metodologias internacionalmente aceites foram desenvolvidas com base nessa experiência, estando consubstanciadas em textos mundialmente reconhecidos e adoptados, como é o caso do de A. Bagchi(1994).

Segundo A. Bagchi, o processo de selecção de um local para instalação de um aterro sanitário é complexo e envolve três grandes aspectos: recolha de dados, adopção de critérios de selecção de locais e a participação do público. Na recolha de dados, o autor refere a necessidade de: mapas topográficos, mapas de solos, plantas do uso da terra, informações sobre o tipo e volume de resíduos, etc. Quanto aos critérios de selecção a adoptar, tendo em conta que um aterro de resíduos sólidos não pode ser instalado a menos de uma determinada distância relativamente a áreas sensíveis, na ausência de qualquer regulamento mais específico, A. Bagchi recomenda as seguintes distâncias:

**Quadro 2.3 - Critérios de selecção de locais para a instalação de aterros, segundo A. BAGCHI (1994)**

Áreas Sensíveis	Distâncias de Exclusão (m)
Lagos e Albufeiras	300
Rios	90
Planícies de Inundação	100 anos desde a última submersão
Estradas	300
Parques públicos	300s
Áreas de habitat críticos	Toda a área envolvida
Zonas pantanosas	Toda a área envolvida
Aeroportos	3048
Poços de abastecimento de água	365

No que diz respeito à participação do público, o autor defende que esta deve ter início a partir do momento em que já existe uma lista de locais potenciais. Ou seja, após a aplicação de critérios de selecção à área em estudo, resultam locais com condições adequadas para a instalação de um aterro, e é neste momento que o público deve ser informado dessa possibilidade e dos locais que resultaram de um primeiro estudo. Posteriormente, tendo em conta a reacção do público e a sua opinião, procede-se a uma classificação desses mesmos locais.

De seguida, cada local é objecto de estudos geotécnicos, e consoante o resultado desses estudos teremos uma nova lista. Nesta altura será necessário "discutir" com as autoridades competentes, com o município e com os residentes da área envolvente a estes últimos locais, os resultados obtidos para finalmente se chegar a um resultado final.

A investigação geotécnica, a efectuar nos locais potenciais, deve abranger estudos sobre:

- Estratificação do solo, para tal é necessária uma recolha contínua de amostras de solo;
- Permeabilidade (permeabilidade em laboratório e in situ). Para grandes projectos deve-se estudar a permeabilidade horizontal e vertical;
- Limites de Atterberg;
- Distribuição do tamanho dos grãos nas amostras de solo;
- Existência de fracturas nas camadas argilosas;
- Espessura de cada estrato;
- Profundidade do maciço rochoso;
- Identificação do maciço rochoso;
- Grau de saturação do estrato argiloso.

Quanto ao número de sondagens necessárias para o estudo do local, na ausência de requerimentos mais específicos, A. Bagchi recomenda:

- As sondagens devem ser distribuídas de modo a cobrir uma área no mínimo 25% maior que a área proposta para o aterro.
- Devem ser realizadas cinco sondagens para os primeiros 2 hectares e mais duas para cada hectare a mais. As sondagens devem ser bem distribuídas pela área total.
- As sondagens devem atingir uma profundidade até 7,5 m abaixo da base proposta para o aterro.

A metodologia descrita por outros autores, para os estudos de selecção de um local para a instalação de um aterro sanitário, não difere muito da de A. Bagchi, mas no que se refere especificamente aos critérios de exclusão as opiniões divergem.

L. V. Zuquette et al. (1994), por exemplo, apresentam uma lista mais extensa dos principais critérios a considerar, para o estudo em questão, com grandes variantes em relação ao autor anterior. Como é possível observar no Quadro 2, estes autores elaboraram uma lista de critérios que permitem definir e delimitar áreas que são posteriormente classificadas como Favorável, Pouco Favorável, Desfavorável e Muito Desfavorável.

Em seguida descreve-se sucintamente o que o autor defende como as classificações atribuídas:

**Favoráveis** - As características naturais da área são adequadas para a instalação de um aterro.

**Pouco Favorável** - Algumas características naturais da área apresentam condições pouco adequadas para a instalação de um aterro. A correcção é possível com custos baixos e algum apoio tecnológico.

**Desfavorável** - Mais de 50% das características do local são inadequadas para a instalação de um aterro. É necessária tecnologia especial para a correcção.

**Muito Desfavorável** - As características naturais do local são inadequadas para a instalação de um aterro. São necessários meios técnicos muito especiais e custos elevados para correcção. A instalação de um aterro no local pode provocar grandes danos ambientais.

M. Langer (1995), em contrapartida, apresenta um texto com uma lista, de critérios geológicos e geotécnicos, à qual a selecção de um local para instalação de um aterro, deverá obedecer. A título de exemplo, o autor refere: a hidrogeologia, a sismicidade, a porosidade, os recursos minerais, as mudanças climáticas, áreas de exploração mineira activas e inactivas, etc. Neste trabalho é apresentada ainda uma classificação para as formações geológicas tendo em conta a sua aptidão para a instalação de um aterro. As formações são classificadas desde muito impróprias (0 pontos) até muito apropriadas (5 pontos). Os critérios considerados relevantes para a classificação são:

- Condições geomorfológicas
- Homogeneidade vertical e horizontal dos corpos rochosos

- Composição mineralógica e petrológica
- Granulometria e características mecânicas dos solos (porosidade, permeabilidade, etc.)
- Parâmetros macroestruturais (estratificação, fracturação)
- Condições tectónicas (sismicidade, geodinâmica)
- Estabilidade superficial
- Presença de depósitos minerais no subsolo da área a estudar e nas redondezas
- Condições hidrogeológicas

Para G. Lolos et al. (1997) os critérios de exclusão para a localização de um aterro estão englobados em 4 categorias, nomeadamente:

- Categoria A - Geologia (engloba um total de 10 critérios)
- Categoria B - Ambiente (engloba um total de 11 critérios)
- Categoria C - Ocupação do solo (engloba um total de 6 critérios)
- Categoria D - Factores técnico-operacionais (engloba um total de 12 critérios).

Segundo estes autores os critérios devem ser aplicados de forma racional, para tal, alguns devem ser sujeitos a ponderação. Os autores sugerem ainda que, na falta de dados para um dos locais, existem duas maneiras para completar o estudo:

- Excluir o critério
- Escolher diferentes valores para a ponderação e completar o estudo. Neste caso deve ser feita ainda uma análise criteriosa.

Em 1997 A. R. Allen et al., enumeram os factores que controlam a aptidão de um local para a instalação de um aterro e definem os parâmetros que, do ponto de vista geológico/hidrogeológico, são determinantes para tal. Os factores enumerados são:

- Geologia - litologia do substrato rochoso e cobertura, e estrutura geológica;
- Hidrologia/Hidrogeologia - características dos cursos de água superficiais, valores de infiltração, existência de aquíferos, etc;
- Topografia - exposição aos elementos: chuva e vento;
- Ecologia - efeito nas plantas e nos animais;
- Clima - microclima local, chuva, velocidade do vento, etc;
- Engenharia - design e operacionabilidade do local; redução dos riscos;



- Impacto Social - barulho, cheiro, insectos, impacto visual, proximidade de poços de água para abastecimento;
- Economia - distância a percorrer, acessos ao local, etc.

Os parâmetros que, do ponto de vista geológico/hidrogeológico, determinam a aptidão de um local para instalação de um aterro, são:

- Litologia do substrato rochoso - tipo de rocha, características granulométricas, textura, homogeneidade, etc;
- Litologia da cobertura - distribuição e arranjo dos grãos, espessura, homogeneidade, etc;
- Propriedades hidrológicas - porosidade, permeabilidade, conductividade hidráulica, potenciais de atenuação, etc;
- Estrutura geológica - falhas, juntas, discontinuidades, etc;
- Hidrogeologia - níveis freáticos, gradientes hidráulicos, distribuição dos aquíferos locais e aquíclados, vulnerabilidade dos aquíferos, etc.
- Cursos de água superficiais - tamanho e distribuição dos rios que correm perto do local;
- Topografia - inclinação dos taludes, impacto visual, etc.

Mais recentemente, R. Cantwell e *a/*. (1999) elaboraram um documento onde são descritos critérios de exclusão a utilizar, numa primeira fase e numa segunda fase, num programa de SIG. Na primeira fase os critérios permitem definir regiões candidatas à instalação de um aterro, e consistem em:

#### A. Constrangimentos físicos:

- Evitar áreas sobre aquíferos importantes
- Evitar áreas acima dos 1000 pés ( $\pm$  300 m)
- Evitar áreas de património natural
- Evitar áreas ambientais

#### B. Constrangimentos culturais:

- Evitar locais arqueológicos
- Evitar locais de recreio
- Evitar áreas costeiras
- Evitar áreas de desenvolvimento urbano, industrial e comercial
- Evitar Aeroportos

Os critérios a aplicar na segunda fase, com o objectivo de reduzir o número de áreas candidatas, são:

A. Constrangimentos culturais:

- Evitar os centros populacionais
- Evitar as construções protegidas
- Evitar os edifícios públicos

B. Constrangimentos económicos:

- Evitar áreas afastadas da fonte

C. Constrangimentos físicos:

- Evitar rios importantes e estuários
- Evitar áreas de abastecimento de água
- Evitar poços e fontes
- Evitar infra-estruturas lineares
- Evitar as estradas
- Eliminar áreas demasiado pequenas para acomodar os resíduos durante o tempo de duração do aterro.

Por último, é de referir um texto de C. Costa (1997) onde são apresentados critérios de exclusão baseados em factores não geológicos (acessibilidades, povoamento, ordenamento e desenvolvimento regional e factores geológicos (geomorfológicos, hidrológicos, lito-hidrológicos e sismo-tectónicos) e que foram tidos em conta na proposta de instalação de um aterro de resíduos industriais na região de Castelo Branco.

### **2.3. Principais diferenças entre o estudo similar considerado e o Desenvolvido**

A principal diferença entre este estudo e o que foi utilizado como base tem a ver com a definição do problema numa fase inicial, correspondente à fase 1, em relação à aplicação de factores de operacionalidade que não são mais dos que os elementos estruturais necessários para garantir o funcionamento de uma Central de Ciclo Combinado.

Uma outra diferença considerável tem a ver com os parâmetros seleccionadas para serem aplicados quer na fase 2 quer na fase 3 pois não são coincidentes com os utilizados no estudo desenvolvido para a localização de Aterros Sanitários, dado que a infra-estrutura em análise não está directamente condicionada pela presença de determinados parâmetros

que teriam uma importância significativa no caso de um aterro.

Assim sendo, constata-se que os critérios apresentados foram baseados em factores antrópicos e naturais tais como: acessibilidades, povoamento, ordenamento e desenvolvimento regional, geomorfológicos, hidrológicos, lito-hidrológicos e sismo-tectónicos e que foram tidos em conta na proposta de instalação de uma CCC.

Pode-se concluir que o modelo agora utilizado foi adoptado do estudo similar, tendo por isso mesmo sido seleccionados e considerados como importantes os parâmetros que estão directamente associados ao funcionamento da instalação em estudo.

## 2.4. Enquadramento legislativo

A Directiva 96/92/CE do Parlamento Europeu e do Conselho, que entrou em vigor em 19 de Fevereiro de 1997, estabeleceu (art.º 1) regras comuns relativas à produção, transporte e distribuição de electricidade, e define normas relativas à organização e ao funcionamento do sector da electricidade, ao acesso ao mercado, assim como aos critérios e mecanismos aplicáveis aos concursos, à concessão de autorizações e à exploração das redes.

No seu art.º 19, aquela Directiva estabelece um conjunto de disposições relativas à introdução de maior concorrência no sector eléctrico dos países da União Europeia, das quais se destacam as seguintes:

- Os Estados – membros, tomarão as medidas necessárias para assegurar a abertura dos seus mercados de electricidade;
- A quota de mercado nacional será progressivamente aumentada durante um período de seis anos, sendo que para 1999 aquele valor é calculado com base na quota comunitária de electricidade consumida pelos consumidores finais que consomem mais de 40 GWh/ano (por local de consumo, incluindo a auto - produção);
- O aumento da quota de abertura de mercado ocorrerá através da redução do consumo anteriormente referido de 40 GWh, para 20 GWh nos anos 2000 a 2002, e para 9 GWh, nos três anos seguintes.

A publicação do Regulamento de Relações Comerciais, do Regulamento do Acesso às Redes e às Interligações e do Regulamento Tarifário veio concretizar as condições necessárias à participação de Portugal no mercado interno de electricidade.

A efectivação desta abertura de mercado e o desenvolvimento do mercado interno de electricidade está condicionado por diversos factores, sendo um deles a escassez de oferta interna, dada a pequena dimensão dos meios electroprodutores, deixando como alternativa a aquisição de energia no estrangeiro. A instalação de uma central produtora é um factor de grande importância no desenvolvimento efectivo do mercado interno de electricidade.

Uma condicionante do planeamento e estratégia energética prende-se com compromissos do Estado português, assumidos com o Protocolo de Kioto, de atingir uma redução na emissão de gases de efeito de estufa. (GEE).

O Protocolo de Kioto promove o uso de Gás Natural como combustível em detrimento de

outros combustíveis fósseis, cujos factores de emissão de GEE e contaminantes atmosféricos são, em geral, sensivelmente mais elevados.

Posteriormente foi publicado o Decreto-Lei n.º 29/2006, de 15 de Fevereiro, que estabeleceu as bases da organização e do funcionamento do sector da electricidade, remeteu para legislação complementar, um conjunto de matérias concretizadoras dessas bases, nomeadamente os regimes jurídicos procedimentais do exercício das actividades de produção, transporte, distribuição e comercialização de electricidade, bem como o regime do exercício da actividade de operação logística de mudança de comercializador de electricidade.

No desenvolvimento estabelece, em especial, os procedimentos para a atribuição das licenças para produção em regime ordinário e para a comercialização de electricidade, bem como para a atribuição da concessão da Rede Nacional de Transporte de Electricidade (RNT) e das concessões de distribuição de electricidade em alta e média tensão e em baixa tensão.

A produção em regime ordinário, fundada no princípio da liberdade do exercício de actividade, fica apenas dependente da atribuição de uma licença que tem por finalidade compatibilizar o exercício da actividade com valores de interesse geral, como sejam: o ordenamento do território, a salvaguarda do ambiente e da segurança de pessoas e bens e o cumprimento dos objectivos da política energética nacional; designadamente quanto à natureza das fontes primárias a utilizar e ao cumprimento da lei da concorrência, em especial das quotas de mercado a observar. Para o efeito, estabelece-se um procedimento simples e expedito que assegura a objectividade das decisões e a garantia dos direitos dos interessados. Sendo a regra geral a atribuição da licença, os motivos para a recusa estão devidamente objectivados, fundamentando-se na inobservância dos valores acima referidos.

Desta forma, quando os interessados formulam os seus pedidos, já têm conhecimento prévio dos motivos que podem fundamentar o indeferimento do seu pedido. Nesta actividade, são evidenciadas as situações em que o Estado, sem se substituir ao mercado, adopta os procedimentos que garantem a segurança do abastecimento de electricidade. Prevê-se, ainda, um regime transitório aplicável aos pedidos de atribuição de pontos de recepção e ou de licença anteriores à entrada em vigor do Decreto-lei.

A actividade de transporte de electricidade é exercida em regime de concessão de serviço público, em exclusivo, através da exploração da RNT. A atribuição da concessão para o

exercício desta actividade está sujeita a concurso público, observando-se os princípios da igualdade e da não discriminação. Esta regra não invalida a renovação da concessão à entidade, em relação à qual, o Estado detenha o controlo efectivo. Sem prejuízo da modificação do actual contrato de concessão, por via da adaptação das novas regras que se aplicam ao funcionamento do sector, a concessão mantém-se na titularidade da Rede Eléctrica Nacional, S. A., nos termos das disposições do Decreto-Lei n.º 29/2006, de 15 de Fevereiro, do presente Decreto-lei e das bases a este anexas, bem como do contrato de concessão modificado. Esta modificação ocorre com a salvaguarda da manutenção do equilíbrio do actual contrato de concessão. No anexo II do presente Decreto-lei, estabelecem-se as novas bases da concessão da RNT.

A actividade de distribuição de electricidade é exercida em regime de concessão, nos termos estabelecidos no artigo 31.º do Decreto-Lei n.º 29/2006, de 15 de Fevereiro, salientando-se o princípio da sua atribuição por concurso público. No anexo III do presente Decreto-lei estabelecem-se as bases da concessão da Rede Nacional de Distribuição de Electricidade em Alta e Média Tensão (RND). No anexo IV do presente decreto-lei estabelecem-se as bases das redes de distribuição de electricidade em baixa tensão (BT). Na decorrência dos princípios estabelecidos nos artigos 70.º e 71.º do Decreto-Lei n.º 29/2006, de 15 de Fevereiro, é fixado o prazo para a celebração dos novos contratos de concessão, considerando a natureza destas concessões. No que se refere às concessões de BT, cuja atribuição é da competência dos municípios, a atribuição e a exploração destas concessões ocorre tendo em consideração os direitos e as competências dos municípios, harmonizando-se com a uniformização dos princípios gerais do sector da electricidade, à luz do mercado interno de electricidade.

Ainda no desenvolvimento dos princípios do Decreto-Lei n.º 29/2006, de 15 de Fevereiro, estabelecem-se procedimentos simples para a atribuição das licenças para a comercialização de electricidade, prevendo-se a sua harmonização com os princípios aplicáveis ao funcionamento do mercado ibérico de electricidade, no que se refere ao reconhecimento recíproco dos comercializadores. Dada a sua natureza, os comercializadores de último recurso ficam sujeitos a obrigações especiais, considerando o serviço universal a prestar e a defesa dos consumidores.

No âmbito da mudança de comercializador, estabelece-se o regime do exercício da actividade de operação logística da mudança do comercializador, sendo remetida para legislação complementar a concretização das regras e dos procedimentos que são aplicáveis à entidade que vai exercer esta actividade.

São também definidas disposições gerais que fixam o objecto, o sentido e o alcance de um conjunto de regulamentos essenciais para o exercício das actividades compreendidas no Sistema Eléctrico Nacional, bem como a repartição entre a DGGE e a ERSE das competências para a sua aprovação e aplicação.

As disposições aplicáveis ao exercício das actividades contempladas neste decreto-lei e aos procedimentos nele previstos enquadram-se no âmbito do processo de liberalização do sector, resultante da Directiva n.º 2003/54/CE, do Parlamento Europeu e do Conselho, de 26 de Junho, que estabelece regras comuns para o mercado interno da electricidade e que revoga a Directiva n.º 96/92/CE, e no funcionamento do mercado ibérico de electricidade, resultante do acordo celebrado entre Portugal e Espanha em 1 de Outubro de 2004, relativo à constituição de um mercado ibérico da energia eléctrica.

Este decreto-lei, no desenvolvimento dos princípios gerais aplicáveis à organização e ao funcionamento do sector de electricidade, finaliza a transposição integral da Directiva n.º 2003/54/CE, do Parlamento Europeu e do Conselho, de 26 de Junho.

- Foi promovida a audição da Comissão Nacional de Protecção de Dados e do Conselho Nacional do Consumo.
- Foi ainda promovida a audição das associações e cooperativas de consumidores que integram o Conselho Nacional do Consumo.
- Foram ouvidas a Associação Nacional de Municípios Portugueses, a Federação Nacional de Cooperativas de Consumidores, a Associação dos Consumidores da Região dos Açores e a Associação Portuguesa para a Defesa do Consumidor.

Com a construção do terminal de regasificação de Gás Natural Liquefeito (GNL), que entrou recentemente em funcionamento, fica assegurada a diversificação estratégica das fontes de aprovisionamento. Estas circunstâncias determinaram aliás, as opções contidas no “Plano de Expansão do Sistema Eléctrico de Serviço Público” para o período 2000-2010, realizado pela Direcção Geral de Geologia e Energia.

As Centrais aprovadas pelo Governo integram perfeitamente este objectivo, reforçando o Serviço Eléctrico Não Vinculado com capacidade de produção, dentro dos padrões de segurança e diversificação previstos.

O mercado de produção de energia não vinculado rege-se basicamente pela Lei da Oferta e da Procura e as empresas produtoras de energia eléctrica preferem produzir em instalações mais competitivas, como as Centrais de Ciclo Combinado.

As Centrais de Ciclo Combinado a Gás Natural (CCCGN) incorporam a tecnologia comercial mais limpa, eficiente e económica que existe actualmente para a produção de energia eléctrica por processo térmico, aliando assim a economia à ecologia, já que uma produção limpa compensa economicamente e faz retirar do mercado outras tecnologias menos eficientes e mais contaminantes do meio ambiente.

A Direcção Geral de Geologia e Energia concluiu o processo de avaliação dos pedidos pendentes para Centrais de Ciclo Combinado, nos termos do Decreto-Lei nº 172/2006.

A DGGE deu informação favorável à instalação de 8 grupos a gás natural, com um total de 3574 MVA, aos seguintes promotores:

- GalpEnergia para a instalação de 2 grupos num total de 860 MVA no concelho de Sines;
- TejoEnergia para a instalação de 2 grupos num total de 940 MVA no Pego, concelho de Abrantes;
- EDP Produção para a instalação de 2 grupos num total de 860 MVA em Lares, no concelho de Figueira da Foz;
- Iberdrola para a instalação de 2 grupos num total de 914 MVA em Lavos/Marinha das Ondas, no concelho de Figueira da Foz.

Os promotores tiveram até Maio de 2007 para concluir a instrução dos processos de licenciamento, estando prevista a construção das Centrais para 2009/2010. Estas Centrais permitirão um aumento significativo da potência instalada em Portugal, garantindo a segurança de abastecimento e trazendo mais concorrência, em cumprimento do previsto na Estratégia Nacional para a Energia.



### 3. METODOLOGIA E MODELO CONCEPTUAL DE SIG

#### 3.1. Introdução

O tratamento e representação de dados espaciais (mapas temáticos, infraestruturas, outros) em sistemas automáticos, constitui uma importante área de aplicação dos Sistemas de Informação Geográfica (SIG) que são sistemas informáticos que permitem a edição, gestão, visualização; análise e processamento de dados georreferenciados.

Um SIG pode ser definido como sendo “ ... um conjunto de ferramentas destinado a recolher, arquivar, consultar, transformar e visualizar informação espacial do mundo “real” tendo em vista um determinado projecto.” (Burrough, 1986).

Estes sistemas utilizam vários modelos de dados, entre os quais se referem:

- O modelo vectorial relacional não topológico (utilizado pelo software ArcGIS, formato shape file);
- E o modelo matricial bi-dimensional (igualmente utilizado pelo software ArcGIS).

O *modelo vectorial* resulta da digitalização de objectos com fronteiras bem definidas (pontos, linhas e polígonos) associados a uma base de dados relacional e apresenta as seguintes vantagens: boa representação da estrutura morfológica dos dados (dependendo da qualidade de digitalização); baixa ocupação de memória; saídas gráficas de grande qualidade.

O *modelo matricial* é baseado numa partição do espaço em unidades elementares designadas por “pixéis” ou células (usualmente quadradas), identificadas por índices de linha e coluna e com um único valor (atributo) associado. Tem uma estrutura simples e é usualmente utilizado para a representação de fenómenos de natureza contínua. Apresenta grande facilidade na análise de resultados de sobreposição de diferentes variáveis ou coberturas.

Sempre que num projecto coexistam os dois tipos de estruturas, para se efectuar operações de análise é necessário converter as coberturas para o mesmo tipo de representação (matricial ou vectorial).

### 3.2. Metodologia

A metodologia apresentada teve por base um sistema de informação geográfica (SIG) que permitiu a integração, análise e transformação de informação cartográfica, de forma a cumprir com os objectivos do presente estudo: a identificação das áreas de maior aptidão à construção de uma CCC.

Tal como referido previamente, da pesquisa realizada, não foi encontrada nenhuma metodologia de SIG específica referente à selecção de locais para instalação de Centrais de Ciclo Combinado, pelo que se considerou adoptar a metodologia SIG proposta por ALLEN (2001, 2002), COSTA (2003, 2005) e CAETANO (2005), (referente à selecção de locais para a instalação de aterros sanitários) (vide 2.3), também com base nos trabalhos desenvolvidos por A.BAGCHI (1994) e a experiência profissional pessoal adquirida durante os últimos anos nesta temática.

Foram avaliados parâmetros de operacionalidade, geoambientais e naturais, de forma a evidenciar a utilidade destes sistemas, que caso sejam utilizados correctamente, podem potenciar a optimização da selecção de locais e evitar problemas associados ao ordenamento do território e à funcionalidade do espaço.

Assim, e com base no exposto anteriormente, a metodologia desenvolvida para o processo de selecção de um local para instalação de uma CCC englobou os seguintes passos metodológicos:

- Recolha de dados, sendo necessário recorrer a mapas onde estejam presentes os factores de operacionalidade e de selecção em termos geoambientais para a instalação de uma central, bem como outros...;
- Adopção de critérios de selecção, tendo em conta nomeadamente os factores de operacionalidade e de ambientais de entre os quais se destacam os de natureza geológica, hidrogeológica, geotécnica, ambiental, bem como outros, de natureza económica e social;
- Adopção de critérios de exclusão tendo em conta áreas sensíveis em termos ambientais e sócio-económicos;
- Adopção de critérios de valorização, em que todas as áreas potenciais (AP) serão analisadas em função de um conjunto de parâmetros de avaliação no sentido de as poder hierarquizar em função da sua maior ou menor aptidão para a instalação deste tipo de instalações;

- Participação do público, em que vários autores defendem que esta deve ter início a partir do momento em que já existe uma lista de locais com condições adequadas para a instalação de uma CCC.

A definição dos critérios de selecção, exclusão e valorização dos parâmetros de avaliação adoptados foi elaborado tendo por base os seguintes estudos, sendo de referir, que alguns dos mesmos não se encontram publicados, tendo sido desenvolvidos na vertente profissional:

- Estudos desenvolvidos para a ENRON, entre 2000/2002, para definição de áreas potenciais para a localização de Centrais de Ciclo Combinado no território nacional;
- Estudos realizados para a IBERDROLA para optimização da selecção de possíveis localizações de Centrais.

A não contemplação, numa fase inicial deste processo, de critérios para além dos de operacionalidade e económicos, é uma correcção em termos de ordenamento do território.

Se determinados parâmetros não forem contemplados desde o início do processo, os locais seleccionados, podem vir a apresentar problemas ambientais e sociais, devido à ausência de planeamento. Estes problemas, por sua vez, conduzem a outros, relacionados com o ordenamento do território e consequentemente com a qualidade de vida das populações, uma vez que se pode estar a contribuir para a existência de impactes cumulativos com outras instalações existentes, bem como com a perda de recursos naturais.

Pretende-se demonstrar que, no futuro, a adopção de metodologias criteriosas e específicas para determinado tipo de infra-estruturas, irão contribuir para resolver, ou minimizar, os problemas referidos.

### **3.3. Definição do Modelo Teórico de SIG**

O modelo teórico de SIG encontra-se estruturado em três etapas.

- Etapa 1 – Delimitação das áreas potenciais a estudar - nesta etapa pretende-se, a uma escala regional, a selecção de Áreas Potenciais para a instalação de uma Central de Ciclo Combinado. Para tal são definidos critérios de operacionalidade e delimitadas as respectivas áreas de ocorrência;
- Etapa 2 – Remoção de áreas interditas à instalação da CCC - nesta fase procede-se à exclusão de zonas designadas, ou consideradas interditas à

instalação de uma CCC. As zonas consideradas de exclusão são retiradas, resultando um mapa de Áreas Residuais sobre as quais será realizada uma avaliação local da aptidão do meio biofísico, à instalação das CCC:

- Etapa 3 – Avaliação local da aptidão das Áreas Residuais à instalação das CCC - esta fase consiste na avaliação das características de adequabilidade vs. vulnerabilidade do meio biofísico face à implementação das CCC.

Para as duas primeiras etapas do modelo optou-se pela representação dos dados em estrutura vectorial, já que este tipo de modelo apresenta propriedades que justificam a sua utilização na fase do estudo à escala regional: fronteiras bem definidas e boa representação morfológica de estruturas lineares e; baixa ocupação de memória.

Na terceira etapa do modelo, que corresponde à avaliação das de parâmetros de adequabilidade vs. vulnerabilidade do meio biofísico, optou-se pela utilização da informação em estrutura matricial, dado que este tipo de modelos tem uma estrutura muito simples, apresenta grande rapidez em operações matemáticas de sobreposição simultânea de diferentes variáveis ou coberturas, rapidez na ponderação de atributos, e facilidade na análise de resultados.

Relativamente à escala dos dados, é importante referir que, para as etapas 1 e 2, foi utilizada informação à escala 1:50 000, dado o grau de precisão requerido para um estudo a nível regional. Já na etapa 3, a escala dos dados utilizada deverá ser superior às anteriores, nunca menor do que a escala 1: 50 000; tendo sido utilizada informação à escala 1:25 000 e 1:10 000, sempre que possível, dependendo da sua disponibilidade.

Na figura 3.1 apresenta-se um esquema ilustrativo do modelo SIG a adoptado.

Três etapas de avaliação:

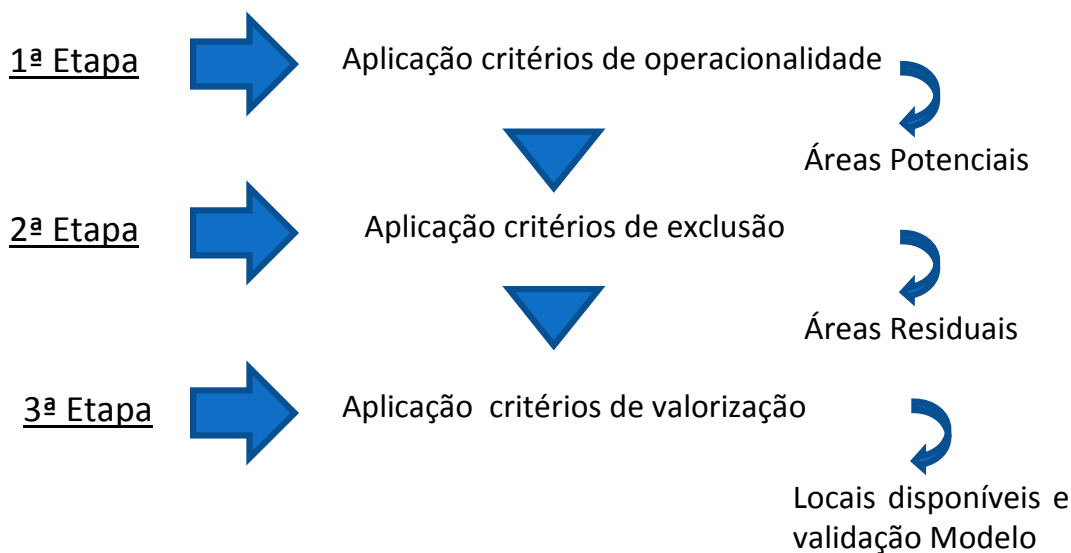
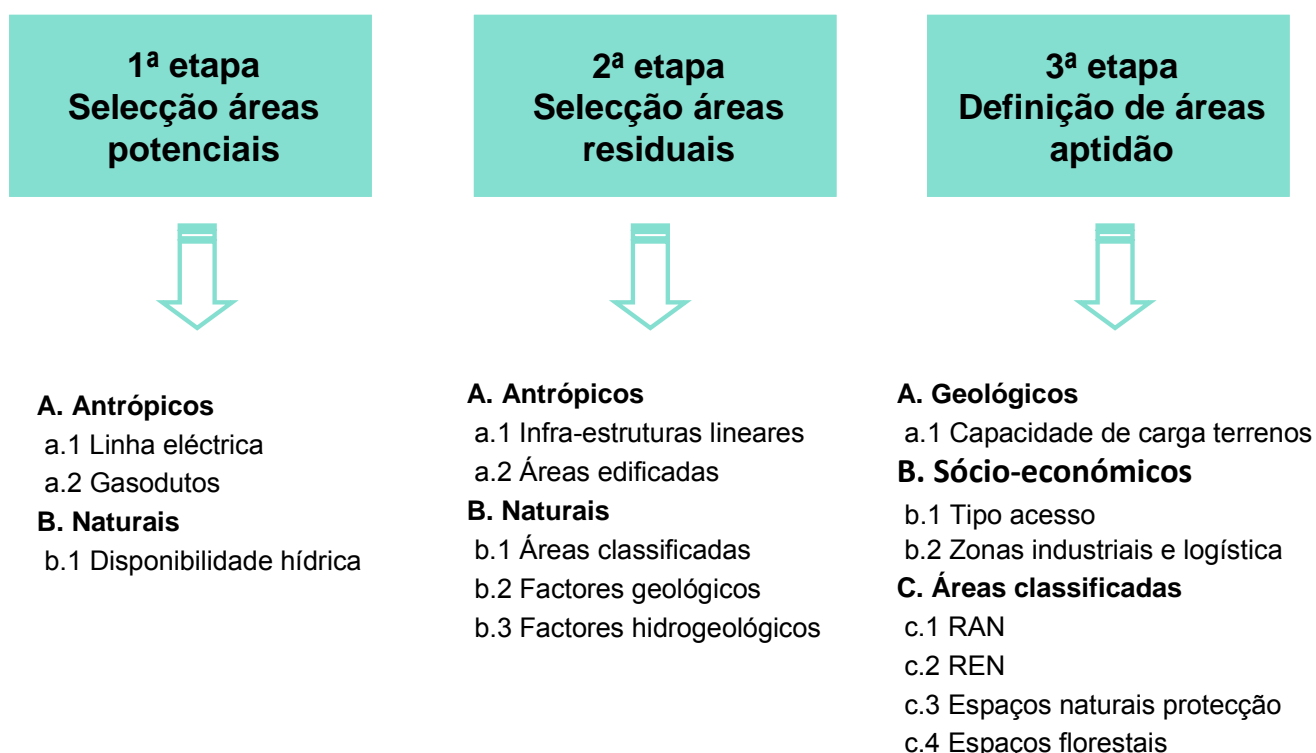


Figura 3.1 - Modelo de SIG adoptado

Em seguida ilustram-se os parâmetros considerados para a aplicação de cada uma das fases desenvolvidas ao longo do modelo SIG adoptado.



### 3.3.1. 1ª Etapa – Delimitação das áreas potenciais

A 1ª fase corresponde à delimitação, no contexto do território nacional, das áreas que se encontrem a uma distância mínima de infra-estruturas básicas (ou parâmetros de operacionalidade) necessárias à instalação e exploração de uma CCC.

A prática corrente é a identificação de áreas que se encontrem, em simultâneo, num raio máximo de 7km relativamente aos seguintes parâmetros: linhas de água, gasodutos e de rede eléctrica; uma vez que estes condicionam, à priori, a viabilidade técnico-económica de uma central.

Para cumprir com a premissa acima enunciada serão utilizadas as seguintes operações de análise, após digitalização, em estrutura vectorial, dos temas (ou parâmetros) de operacionalidade:

- 1 – aplicação de funções de *proximidade* (“buffer” de distância) a cada tema digitalizado – esta operação transforma os temas lineares em polígonos que representam na sua fronteira, uma distância ou área de influência ao tema original.
- 2 – função *agregação* dos temas em função de um atributo comum – o resultado é a agregação de todos os polígonos adjacentes que tenham o mesmo valor num determinado atributo designado (por exemplo, agregação de todos os elementos relativos a fontes de água; todos os elementos relativos a linhas de alta e média tensão; todas elementos que representam os gasodutos)
- 3 – função *intersecção* – é uma função de sobreposição que se aplica a situações de polígono-polígono, linha-polígono e ponto-polígono. Intervém sempre dois temas de entrada e o resultado é um novo tema que incorpora elementos gráficos e os atributos dos temas originais. A função *intersecção* corresponde à aplicação de uma função *união* e *eliminação* de todos os polígonos que pertencem apenas a um universo.

Desta primeira fase resultarão todas as áreas que se encontram num perímetro de influência de 7 km onde estejam presentes as infra-estruturas referidas anteriormente. As áreas daqui resultantes serão denominadas de áreas possíveis em termos operacionais para a instalação de uma CCC, uma vez que contemplam, em termos operacionais, a proximidade das infra-estruturas associadas à sua exploração.

Deve aqui referir-se que a proximidade e interligação entre os diversos factores de

operacionalidade é determinante para assegurar a viabilidade técnico-económica de uma central. Quanto menor for a distância entre os vários parâmetros maior será a probabilidade da central ser exequível em termos técnicos e económicos.

Na figura 3.2 ilustra-se a aplicação da 1ª Fase do modelo.

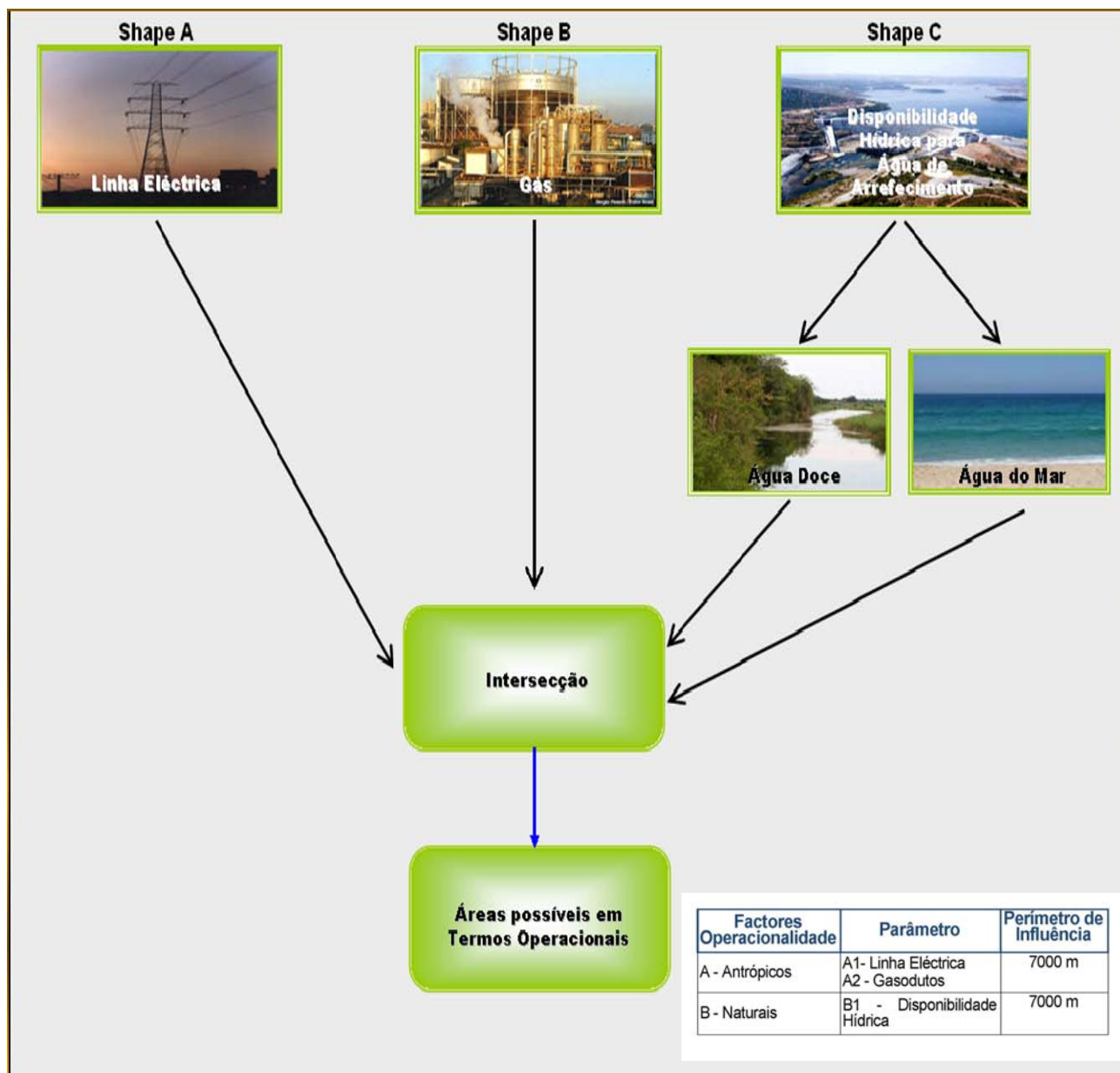


Figura 3.2 – 1ª Etapa modelo SIG – Áreas Potenciais

### 3.3.2. 2ª Etapa - Remoção de áreas interditas

Nesta etapa procede-se à exclusão, a nível regional, de zonas designadas ou consideradas interditas à instalação de uma CCC (constrangimentos legais, sociais, naturais, logísticos e

geológicos/hidrogeológicos), resultando um mapa de Áreas Residuais sobre as quais será realizada uma avaliação posterior, a nível local, da aptidão do meio biofísico à instalação das CCC.

Da aplicação dos critérios de exclusão, resulta a definição de áreas consideradas como inaptas para a instalação de Centrais de Ciclo Combinado – as áreas de exclusão - e de outras consideradas genericamente como aptas - as Áreas Residuais (AR).

Após o levantamento dos dados, estes são armazenados em estrutura vectorial, e aplicadas as seguintes operações espaciais:

- 1 - aplicação de função de *proximidade* (“buffer”) sobre os parâmetros de exclusão lineares – o resultado desta operação é um polígono que representa os perímetros de protecção correspondentes aos parâmetros de exclusão lineares (exº. estradas, linhas de água, falhas, ...)
- 2 - função *união* – é uma função de sobreposição que se aplica a temas de polígonos, em que intervém sempre dois temas de entrada e o resultado é um novo tema que incorpora elementos gráficos e os atributos dos temas originais. A função *união* faz a junção dos polígonos e atributos dos dois universos.
- 3 – função *subtracção* – é uma função de sobreposição, que remove ou subtrai de um tema original um outro tema. O resultado desta operação é o tema original subtraído dos elementos removidos.

O resultado destas operações é um tema de “Áreas Residuais” que corresponde ao tema “Áreas Possíveis em Termos Operacionais” resultante da etapa 1, após remoção dos parâmetros de exclusão.

Na figura 3.3 apresenta-se, de forma esquemática, a aplicação da segunda fase do modelo para o caso dos factores naturais, mais concretamente das áreas Classificadas.



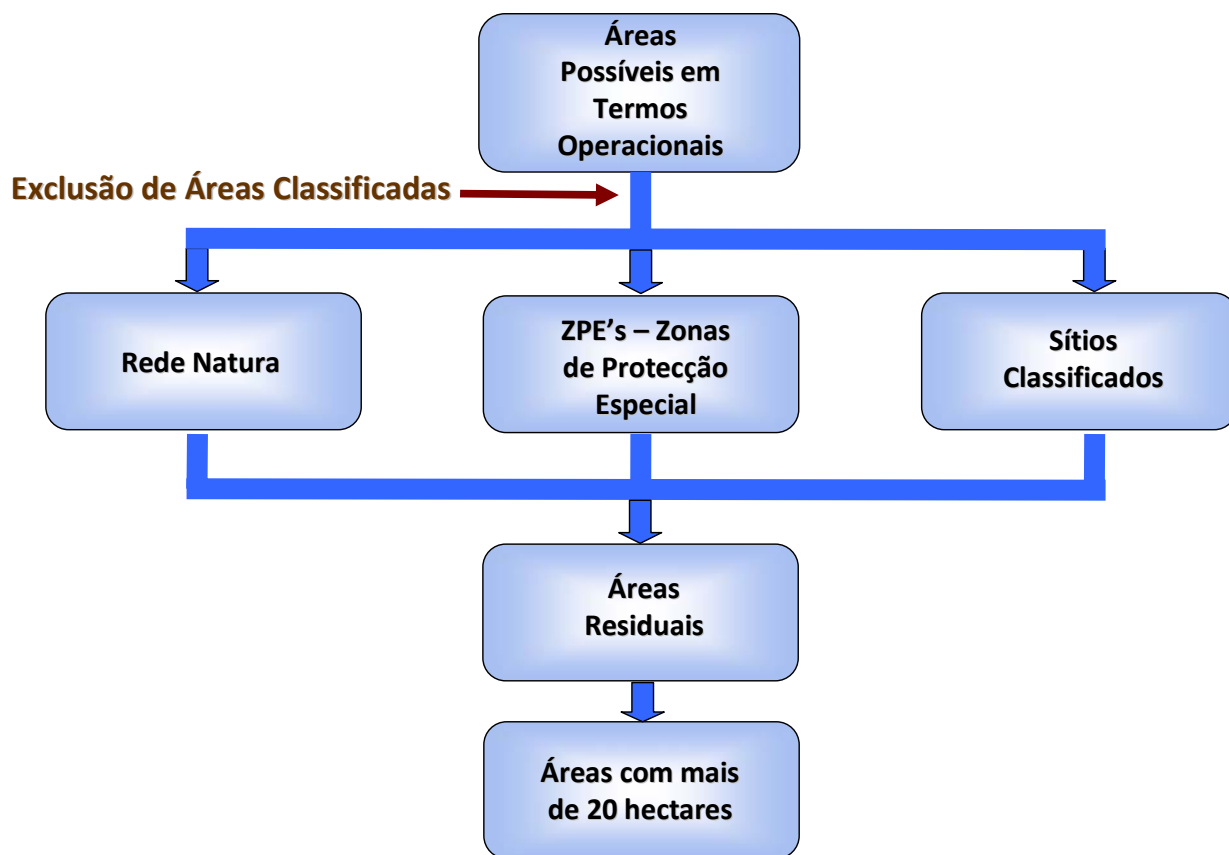


Figura 3.3 – 2ª Etapa modelo SIG – Exclusão de Factores Naturais (Áreas Residuais)

Antes de as *Áreas Residuais* passarem a ser ponderadas na 3ª etapa, serão pré-avaliadas quanto à área disponível, pois na selecção de um local é importante a certificação de que a área disponível é suficiente para a instalação da obra.

Nesta pré-avaliação serão excluídas áreas cuja dimensão seja inferior a 20 hectares. Este valor considerado correspondente à área típica de uma Central de Ciclo Combinado constituída por dois grupos de 400 kV cada um.

### 3.3.3. 3ª Etapa - Avaliação da Aptidão à instalação das CCC

Após a aplicação dos critérios de exclusão da fase 2, a avaliação das áreas residuais, consideradas potencialmente aptas para a instalação de uma Central de Ciclo Combinado, será realizada com base na avaliação e ponderação das características de adequabilidade

vs. vulnerabilidade do meio biofísico face à implementação de uma CCC, à escala do local.

Cada parâmetro considerado para a avaliação será classificado numa escala de adequabilidade / vulnerabilidade [elevada; média; baixa], consoante as características consideradas sejam favoráveis/desfavoráveis à construção e exploração da obra.

Assim, os parâmetros que apresentem características favoráveis à instalação da central são categorizados com valores positivos [5; 3 e 1] de acordo com o seu grau de adequabilidade [elevado, médio ou baixo]

De igual forma, os parâmetros considerados desfavoráveis, serão categorizados com valores negativos [-5; -3 e -1], consoante apresentem características de susceptibilidade de ocorrência de danos ou perda do recurso, [elevada; média ou baixa], respectivamente.

O valor nulo (zero) é atribuído quando existe uma não aplicabilidade do parâmetro.

O Modelo de Aptidão (MA) resulta da soma ponderada do valor das classes dos parâmetros categorizados, tal como expresso pela equação (1).

$$MA = \sum_{i,j} (C_{i,j}) \cdot P_i \quad (eq.1)$$

$$\text{sendo } \sum_i P_i = 1$$

onde:

$i$  – número de parâmetros; [1;  $M$ ]

$j$  – número de classes do parâmetro  $i$ ; [1;  $M$ ]

$C_{i,j}$  – valor da classe  $j$  do parâmetro  $i$ ; [ $i=1;M$ ]; [ $j=1;M$ ]

$P_i$  – factor de ponderação do parâmetro  $i$ ; [0 a 1]

O resultado da aplicação do modelo é um mapa de valores numéricos, que representam, para cada local, um grau de maior ou menor aptidão do meio biofísico e antrópico à instalação de uma CCC.

Assim sendo, todas as áreas residuais serão analisadas em função de um conjunto de parâmetros de avaliação no sentido de as poder hierarquizar em função da sua maior ou menor aptidão para a instalação deste tipo de instalações. Os parâmetros de avaliação considerados no modelo MA, apresentam-se no Quadro 3.1.

**Quadro 3.1 - Parâmetros para o modelo de avaliação de áreas residuais**

CRITÉRIOS DE AVALIAÇÃO APLICADOS A ÁREAS RESIDUAIS		
PARÂMETROS FAVORÁVEIS	PARÂMETROS E RESPECTIVAS CLASSES	PESO RELATIVO (%)
	<b>A - Geológicos</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Barreira geológica natural</li> <li>• Escavabilidade dos terrenos de fundação (facilidade de escavação)</li> <li>• Capacidade de carga da fundação (processos de ruptura, assentamento)</li> <li>• Estabilidade de taludes de fundação</li> </ul>	W
	<b>B - Factores Sócio-Económicos</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Localização (existência de áreas industriais)</li> <li>• Tipo de Acessos existentes</li> <li>• Afastamento a zonas habitacionais</li> </ul>	X
PARÂMETROS DESFAVORÁVEIS	<b>C- Áreas Denominadas (Classificadas)</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Existência de Reserva Ecológica Nacional</li> <li>• Existência de Reserva Agrícola Nacional</li> <li>• Existência de Espaços Naturais de Protecção</li> <li>• Existência de Espaços Florestais</li> </ul>	Y
	<b>D - Factores Hidrogeológicos e Hidrológicos</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Importância local</li> <li>• Vulnerabilidade</li> <li>• Áreas de Recarga</li> </ul>	Z

Refere-se que o modelo adoptado (eq.1) considera a possibilidade de atribuir pesos diferentes aos diferentes parâmetros (W, X, Y, Z), consoante a sua importância relativa, o que permite a formulação de diferentes cenários. Esta atribuição de pesos aos diferentes parâmetros poderá ser efectuada tendo por base diferentes sensibilidades técnico-científicas, ou outras, e será necessariamente diferente, consoante a entidade que os atribui. Um cenário neutro de avaliação será aquele que é produzido por uma atribuição de pesos idênticos a cada parâmetro.

As classes de ponderação negativa são construídas por parâmetros com características de susceptibilidade, protecção e aptidão desfavoráveis para a instalação de uma Central de Ciclo Combinado. A cada um destes parâmetros é atribuído um índice que, consoante a maior ou menor susceptibilidade/protecção/aptidão pode tomar os valores de -5, -3 ou -1. Nestas classes, quanto maior for a susceptibilidade do local em estudo relativamente a um determinado parâmetro, menor é o valor do índice, e consequentemente menos adequado é o local.

A classe de ponderação positiva é, ao contrário da anterior, constituída por parâmetros aos

quais é atribuído um índice de valor positivo (5, 3 ou 1) consoante a sua maior ou menor aptidão. Nesta classe, quanto maior é o valor do índice, mais adequado é o local para a instalação de uma CCC.

Nesta fase, os temas (parâmetros), após categorizados com valores os valores [5; 3; 1] e [-5; -3; -1], de acordo com o seu grau de adequabilidade/susceptibilidade, são transformados em estrutura matricial para aplicação da equação 1.

As áreas assim ponderadas são listadas hierarquicamente seguindo uma ordem da mais adequada para a menos adequada e, comparadas as áreas de maior aptidão, permitir a tomada de decisão para vários cenários de localização.

### 3.3.4. Descrição dos parâmetros do modelo

#### 3.3.4.1. Parâmetros de operacionalidade (etapa 1)

Os parâmetros de operacionalidade seleccionados foram agrupados em dois grupos distintos, um referente aos factores antrópicos e um outro referente aos factores naturais, tal como se apresenta no Quadro 3.2.

**Quadro 3.2 - Parâmetros de selecção de áreas potenciais em termos operacionais**

Factores Operacionalidade	Parâmetro	Perímetro de Influência (m)
A - Antrópicos	A1- Linha Eléctrica A2 - Gasodutos	7000
B - Naturais	B1 - Disponibilidade Hídrica	7000

#### 3.3.4.2. Parâmetros de exclusão (etapa 2)

Foram considerados diversos parâmetros de exclusão devido às regulamentações em vigor, que definem as distâncias de segurança mínimas a considerar, entra as edificações e as diversas instalações ou redes como, Linhas Eléctricas aéreas ou enterradas, Gasodutos, Áreas Urbanas, Estradas, Linhas Férreas, Redes de Água, Albufeiras, Poços e Furos, Áreas Classificadas, etc.

Os parâmetros de exclusão seleccionados foram agrupados nas seguintes áreas:

- Infra-estruturas lineares
- Áreas Edificadas
- Factores Naturais dentre as quais se destacam os seguintes grupos:
  - Áreas Classificadas;
  - Factores Geológicos e Hidrogeológicos.

No quadro seguinte enunciam-se os parâmetros considerados e em seguida efectua-se uma breve descrição de cada um deles, de forma a tornar mais perceptíveis as razões pelas quais consideramos estes mesmos parâmetros.

**Quadro 3.3- Parâmetros de exclusão de áreas**

Factores	Parâmetro Exclusão
<b>A – Antrópicos</b>	
A1 – Infra-estruturas Lineares	A 1.1- Linha Eléctrica A 1.2 – Gasodutos
A2 – Áreas edificadas	A 2.1 – Áreas Urbanas e de Alta Tecnologia A 2.2.-Estradas A 2.3.- Linhas Férreas A 2.4.- Abastecimento de Água A 2.4.1- Albufeiras A 2.4.2- Poços, Furos de Captação Nascente/Fontes
<b>B – Naturais</b>	
B 1 - Áreas Classificadas	B 1.1 – Rede NATURA B 1.1.1 – Sítios Classificados B 1.1.2 – ZPE's (Zonas de Protecção Especial) B 1.2 – Áreas Minerais
B 2 – Factores Geológicos	B 2.1 – Falhas Geológicas Importantes (Activas e Potencialmente Activas, susceptíveis e ruptura superficial) B 2.2 – Aquíferos Regionalmente Importantes e de Vulnerabilidade Extrema
B3 – Factores Hidrogeológicos	B3.1 – Rios (Permanentes/Torrenciais), Canais B3.2 – Planícies de Inundação B3.3 – Lagos, Pântanos B3.4 – Linha de Costa

De entre os elementos atrás elencados constata-se que alguns deles foram simultaneamente considerados como parâmetros de selecção para a fase 1, mais concretamente:

- A1 – Infra-estruturas Lineares
  - A 1.1- Linha Eléctrica
  - A 1.2 – Gasodutos
- B3 – Factores Hidrogeológicos
  - B.3.1 – Rios Permanentes
  - B3.4 – Linha de Costa

Tal facto sucede pelos constrangimentos legais e normativos deferidos mais concretamente das faixas de protecção a cada um destes parâmetros.

De forma a tornar este aspecto mais explícito em seguida apresenta-se uma descrição sucinta de todos os parâmetros incluídos no quadro anterior, bem como dos referidos condicionamentos associados a cada uma delas.

## **A – Factores Antrópicos**

### A.1. Infraestruturas lineares

#### *A 1.1 - Linha Eléctrica*

Condicionamentos a respeitar relativamente às **linhas eléctricas** – As distâncias de segurança constam da legislação em vigor, nomeadamente o Decreto Regulamentar n.º 1/92, de 18 de Fevereiro e Decretos-Lei 446/76, de 5 de Junho, devendo ser observadas designadamente, as seguintes disposições:

- Afastamentos mínimos de 3 m para linhas de tensão nominal igual ou inferior a 60 kV e de 4 m para linhas de tensão nominal superior a 60 kV. Estas distâncias deverão ser aumentadas de 1 m quando se tratar de coberturas em terraço;
- Os troços de condutores que se situam junto de edifícios, a um nível igual ou inferior ao ponto mais alto das paredes não poderão aproximar-se dos edifícios de uma distância inferior à diferença dos referidos níveis, acrescidos de 5 m.

#### *A 1.2 – Gasodutos*

A servidão de passagens de gás implica as seguintes restrições para a área sobre a qual é aplicada:

- O terreno não poderá ser arado, nem cavado, a uma profundidade superior a 50 cm, numa faixa de 2 m para cada lado do eixo longitudinal do gasoduto;
- É proibida a plantação de árvores ou arbustos numa faixa de 5 m para cada lado do eixo longitudinal do gasoduto
- É proibida a construção de qualquer tipo, mesmo provisória, numa faixa de 10 m para cada lado do eixo longitudinal do gasoduto;
- Numa faixa de 4 m citada na alínea a) terão livre acesso o pessoal e o equipamento necessários à instalação, vigilância, manutenção, reparação e renovação do equipamento instalado;
- O eixo dos gasodutos deve ser assinalado no terreno pelas formas estabelecidas no regulamento de segurança.
- A ocupação temporária dos terrenos para depósitos de materiais e equipamentos, necessários à colocação dos gasodutos, sua reparação ou renovação, não poderá exceder os 18 m de largura, numa faixa sobre as tubagens.
- No corredor com a largura de 200 m, contados para um e para o outro lado do eixo do traçado previsto no estudo prévio e identificado nas plantas de condicionantes/servidões e restrições de utilidade pública e nas plantas de ordenamento, destinado à implantação de rede de transporte e distribuição de gás (gasoduto), é interdita a execução de quaisquer construções.

## A.2. Áreas Edificadas

### *A 2.1 – Áreas Urbanas*

Como é facilmente perceptível existem constrangimentos normativos relativamente à localização de unidades industriais na imediata envolvente das áreas urbanas e como tal considerou-se que esta seria uma das áreas de exclusão. Deve no entanto, ter-se presente, que nesta fase (o âmbito de trabalho é o território nacional) apenas se consideraram as sedes de Concelho.

### *A 2.2.-Estradas*

Os condicionantes e servidões da rede rodoviária fundamental e secundária são os que constam na legislação em vigor, mais concretamente do Decreto-lei 13/94 de 15 de Janeiro.

Refere a legislação que as faixas de terreno de 200 m situadas em cada lado do eixo da estrada, bem como o solo situado num círculo de 1300 m de diâmetro centrado em cada nó de ligação, são consideradas zonas de servidão “non aedificandi” de protecção à estrada a

construir ou reconstruir.

### *A 2.3.- Linhas Férreas*

As faixas de protecção “*non aedificandi*” para a rede ferroviária são de 10 m para um e para o outro lado da linha, medidas na horizontal, a partir:

- Da aresta superior do talude de escavações ou da aresta inferior do talude de aterro;
- De uma linha traçada a 4 m da aresta exterior do carril mais próximo, na ausência dos pontos de referência indicados na alínea anterior.
- Sem prejuízo de faixas de dimensão superior, legalmente definidas, é interdita a construção de edifícios destinados a instalações industriais a distância inferior a 40 m, medida conforme descrito no número anterior.

### *A 2.4.- Abastecimento de Água*

#### *A 2.4.1- Albufeiras*

As faixas de protecção às albufeiras variam em função da dimensão da albufeira e do uso definido para a água

As áreas de protecção envolventes são definidas no Decreto Regulamentar nº 3/2002 de 4 de Fevereiro.

#### *A 2.4.2- Poços, Furos de Captação Nascente/Fontes*

Consideram-se zonas de defesa, as áreas envolventes às nascentes, num raio de 250 metros, salvo os casos em que existam estudos hidrogeológicos que indiquem diferente demarcação.

Na ausência de estudos hidrogeológicos é determinada uma faixa de protecção mínima de 250 metros em redor dos furos de captação, na qual é interdita a edificação, a deposição de resíduos sólidos, a abertura de poços, furos, e fossas.

Os Condicionamentos decorrentes da protecção dos furos de captação de água indicam um perímetro de protecção próxima-raio de 20 m em torno da captação e um perímetro de protecção à distância-raio de 100 m em torno da captação.

## B 1 - Áreas Classificadas

### *B 1.1 – Rede NATURA*



A Rede Natura 2000 é composta por áreas de importância comunitária para a conservação de determinados habitats e espécies, nas quais as actividades humanas deverão ser compatíveis com a preservação destes valores, visando uma gestão sustentável do ponto de vista ecológico, económico e social.

A garantia de uma boa prossecução destes objectivos passa necessariamente por uma articulação das políticas sectoriais, nomeadamente de conservação da natureza, agro-silvopastoril, turística ou de obras públicas, de forma a encontrar os mecanismos para que os espaços incluídos na Rede Natura 2000, sejam espaços vividos e produtivos de uma forma sustentável.

A Rede Natura 2000 é uma rede ecológica para o espaço Comunitário da União Europeia resultante da aplicação das Directivas nº 79/409/CEE (Directiva Aves) e nº 92/43/CEE (Directiva Habitats) e tem por "objectivo contribuir para assegurar a biodiversidade através da conservação dos habitats naturais e da fauna e da flora selvagens no território europeu dos Estados-membros em que o Tratado é aplicável".

Esta rede é formada por:

- Zonas de Protecção Especial (ZPE), estabelecidas ao abrigo da Directiva Aves, que se destinam essencialmente a garantir a conservação das espécies de aves, e seus habitats, listadas no seu anexo I, e das espécies de aves migratórias não referidas no anexo I e cuja ocorrência seja regular;
- Zonas Especiais de Conservação (ZEC), criadas ao abrigo da Directiva Habitats, com o objectivo de "contribuir para assegurar a Biodiversidade, através da conservação dos habitats naturais (anexo I) e dos habitats de espécies da flora e da fauna selvagens (anexo II), considerados ameaçados no espaço da União Europeia".

A selecção das áreas da Rede Natura 2000 tem por base critérios exclusivamente científicos. No caso das áreas designadas ao abrigo da Directiva Habitats é da competência de cada Estado Membro a elaboração de uma Lista Nacional de Sítios (que em Portugal foi publicada em duas fases).

A partir das várias propostas nacionais a Comissão Europeia, em articulação com os Estados-Membros, selecciona os Sítios de Importância Comunitária (SIC), que posteriormente serão classificados pelos Estados-Membros como Zonas Especiais de Conservação, culminando um processo faseado de co-decisão entre os Estados-Membros e

a Comissão Europeia.

### *B 1.2 – Rede Nacional de Áreas Protegidas*

A Rede Nacional de Áreas Protegidas inclui:

- Parque Nacional - Área com ecossistemas pouco alterados pelo homem, amostras de regiões naturais características, paisagens naturais ou humanizadas, locais geomorfológicos ou habitats de espécies com interesse ecológico, científico e educacional. No território português a única Área Protegida que beneficia deste estatuto é o Parque Nacional da Peneda-Gerês criado em 1971.;
- Parques Naturais - Área que se caracteriza por conter paisagens naturais, seminaturais e humanizadas, de interesse nacional, sendo exemplo de integração harmoniosa da actividade humana e da Natureza e que apresenta amostras de um bioma ou região natural. Em Portugal continental, existem actualmente treze Parques Naturais: Montesinho; Douro Internacional; Litoral Norte; Alvão; Serra da Estrela; Tejo Internacional; Serras de Aire e Candeeiros; São Mamede; Sintra-Cascais; Arrábida; Sudoeste Alentejano e Costa Vicentina; Vale do Guadiana; e Ria Formosa. Os Parques Naturais da Serra da Estrela e da Arrábida foram criados em 1976, enquanto o do Litoral Norte data de 2005
- Reservas Naturais - Uma reserva natural é “uma área destinada à protecção da flora e da fauna”. As reservas integrais são zonas de protecção integral demarcadas no interior de Áreas Protegidas “destinadas a manter os processos naturais em estado imperturbável” enquanto as reservas marinhas constituem áreas demarcadas nas Áreas Protegidas que abrangem meio marinho destinadas a assegurar a biodiversidade marinha. Estão classificadas como reservas naturais as Dunas de São Jacinto, a Serra da Malcata, o Paul de Arzila, as Berlengas, o Paul do Boquilobo, o Estuário do Tejo, o Estuário do Sado, as Lagoas de Santo André e da Sancha e o Sapal de Castro Marim e Vila Real de Santo António.
- Paisagens Protegidas - Segundo o Decreto-Lei 613/76 de 27 de Julho, Paisagem Protegida (PP) “corresponde ao que por vezes se tem designado por reserva de paisagem; com efeito, propõe-se salvaguardar áreas rurais ou urbanas onde subsistem aspectos característicos na cultura e hábitos dos

povos, bem como nas construções e na concepção dos espaços, promovendo-se a continuação de determinadas actividades (agricultura, pastoreio, artesanato, etc.), apoiadas num recreio controlado e orientado para a promoção social, cultural e económica das populações residentes e em que estas participam activa e conscientemente”. As PP classificadas ao abrigo do Decreto-Lei 613/76 de 27 de Julho Decreto e Decreto-Lei nº 19/93 de 23 de Janeiro, são a Serra do Açor, a Serra da Arriba Fóssil da Costa da Caparica, Corno do Bico, da Serra de Montejunto, Lagoas de Bertandos e São Pedro de Arcos e Albufeira do Azibo. São de âmbito nacional e geridas pelo ICN. Segundo o Decreto-Lei nº 19/93 de 23 de Janeiro, a Paisagem Protegida passa a ter interesse regional ou local e corresponde a “uma área com paisagens naturais, semi-naturais e humanizadas, de interesse regional ou local, resultantes da interacção harmoniosa do homem e da Natureza que evidencia grande valor estético ou natural”. São exemplos as PP de Corno do Bico, da Serra de Montejunto, das Lagoas de Bertandos e São Pedro de Arcos e da Albufeira do Azibo, todas com gestão municipal.

- Monumentos Naturais - Um Monumento Natural é “uma ocorrência natural contendo um ou mais aspectos que, pela sua singularidade, raridade ou representatividade em termos ecológicos, estéticos, científicos e culturais, exigem a sua conservação e a manutenção da sua integridade”. Os Monumentos Naturais actualmente classificados são: Ourém / Torres Novas (integrado no Parque Natural das Serras de Aire e Candeeiros); Carenque; Cabo Mondego, Pedreira do Avelino; Pedra da Mua e Lagosteiros (os dois últimos integrados no Parque Natural da Arrábida).

### *B 1.3 – Áreas Minerais*

De acordo com o definido no Decreto-Lei n.º 270/2001, de 6 de Outubro (Declaração de Rectificação nº 20-AP/2001) são áreas de exclusão as envolventes às pedreiras em exploração, num raio de 250 metros, não sendo permitido instalar nas mesmas edifícios para fins habitacionais.

O licenciamento de novas explorações ou a renovação do licenciamento de explorações existentes, estão condicionados a um afastamento mínimo de 500 metros das áreas urbanas ou urbanizáveis, áreas culturais, áreas naturais, e nascentes, salvo em casos devidamente justificados em que esse afastamento poderá ser menor sem no entanto ser inferior a 250 metros.

## B 2 – Factores Geológicos

### *B 2.1 – Falhas Geológicas Importantes*

A vulnerabilidade das diversas sociedades aos fenómenos naturais a aos riscos, por elas muitas vezes criados, reflecte o diferente grau de preparação de cada uma face a esses fenómenos. Não é por acaso que o mesmo tipo de fenómeno, ocorrendo com a mesma intensidade em sociedades diferentes, pode provocar fortes disfunções numa, não afectando outras.

Os riscos naturais a que estamos sujeitos são diversos, ocorrendo, por vezes, ciclicamente na mesma região.

Se, de facto, durante muitos séculos as catástrofes se limitaram aos fenómenos de origem natural, a evolução tecnológica, a criação de novos tipos de indústrias, a utilização de mais e maiores quantidades de substâncias perigosas provocou a aparição de outro tipo de acontecimentos catastróficos – os acidentes tecnológicos. Os acidentes tecnológicos, derivados da actividade humana, são acontecimentos súbitos e não planeados, causadores de danos graves no Homem e no Ambiente.

Se, por um lado, o cidadão pode prevenir, através do seu comportamento, a deflagração de um incêndio em casa ou na floresta, por outro lado, não pode impedir a ocorrência de um sismo ou de chuvas intensas. No entanto, é dele que depende a adopção de comportamentos – antes, durante e após as emergências – que lhe permitam minimizar alguns dos efeitos destrutivos dos fenómenos geológicos, isto é, independentemente do comportamento do cidadão, por vezes, não é possível prevenir a ocorrência de certas situações de emergência, todavia, se ele adoptar medidas de protecção, ainda antes da sua ocorrência, minimizará alguns dos seus efeitos nefastos. Outras vezes, é exactamente pela prevenção das ocorrências que se inicia o processo de autoprotecção.

Podemos dizer que o risco pretende caracterizar a possibilidade de ocorrência de perturbações que alterem o estado de segurança existente ou previsto e que provoquem danos materiais e/ou pessoais. A segurança é definida como uma predisposição para a continuidade da existência do que nos rodeia, sem perturbações que provoquem prejuízos ou danos relativamente significativos, de ordem material ou imaterial, incluindo a perda de vidas.

Uma falha consiste num acidente tectónico originado por fractura do terreno como resultado de forças ou tensões no interior da crosta terrestre, ao longo da linha onde se verificou

deslocamento de rochas.

As falhas podem ser causadas por forças compressivas. Estas forças são particularmente intensas nos limites das placas. As falhas são características comuns dos cinturões montanhosos (os quais, na sua maioria, encontram-se associados à colisão de placas) e dos vales de rifte (onde as placas se afastam).

### *B 2.2 – Aquíferos Regionalmente Importantes e de Vulnerabilidade Extrema*

Um aquífero é uma estrutura geológica constituída por rochas permeáveis e porosas, que possibilitam o armazenamento de água. Estas estruturas são muito rentáveis em termos económicos porque permitem uma fácil extracção da água.

Estas formações geológicas podem apresentar comportamentos e características distintas

Várias medidas podem ser tomadas para protecção dos aquíferos. Em seguida enunciam-se algumas:

- Prevenção da poluição - procura-se o uso de substâncias e/ou técnicas alternativas às poluidoras. Pode-se dar o exemplo de uso produtos biodegradáveis ao invés doutros poluidores e o uso de técnicas que reciclam os próprios subprodutos resultantes da sua actuação.
- Depuração de detritos - Utilizam-se estações de tratamento, como por exemplo as ETAR's (Estações de Tratamento de Águas Residuais), que podem reduzir muito significativamente os agentes poluentes.
- Adaptação das condições de armazenamento de resíduos - Há cada vez mais uma necessidade crescente de adaptar a acumulação de lixo às condições naturais, i.e. uma lixeira não deverá estar localizada sobre terrenos permeáveis (como ilustra a imagem), pois há risco de contaminação dos aquíferos abaixo desta. A água vinda da chuva ao infiltrar-se através dos detritos da lixeira fica contaminada e vai contaminar o aquífero, deslocando-se no sentido da corrente da água subterrânea, como evidencia a figura.
- Prevenção da salinização das águas subterrâneas - Junto ao litoral, (e dado que Portugal tem uma grande faixa litoral esta é uma situação ainda a ter mais em conta), os furos de captação podem contribuir para a poluição dos aquíferos. A sobre-exploração, com a bombagem da água dos furos pode levar a uma baixa do nível freático e permitir a entrada de água salgada. Para evitar esta situação há que fazer as captações em locais

geologicamente vantajosos e fazer uma extracção racional da água de cada captação.

### B 3 – Factores Hidrogeológicos

#### *B.3.1 – Rios (Permanentes/Torrenciais), Canais e B3.3 – Lagos, Pântanos*

Os rios são os maiores agentes hidrológicos a operar na superfície da crosta. O nosso vocabulário quotidiano contém muitos termos alusivos aos cursos de água mas os geólogos atribuem nomeações precisas a estes termos. O termo curso de água reporta-se a qualquer corpo de água que flua, seja ele pequeno ou grande, ao passo que o termo rio se aplica aos ramos hierarquicamente superiores de um grande sistema fluvial.

Os cursos de água cobrem grande parte da superfície terrestre emersa e têm um papel importante na modelação das paisagens continentais. Estes erodem montanhas, transportam os produtos da meteorização para os oceanos e depositam milhões de toneladas de sedimento durante o seu percurso sob a forma de barras e de aluviões. Nas suas desembocaduras, situadas nas margens dos continentes, eles depositam um volume ainda maior de sedimento, continuando o continente para o interior dos oceanos.

*“Por todo o Mundo, os rios transportam cerca de 16 000 milhões de toneladas de sedimentos clásticos mais 24 000 milhões de toneladas de matéria dissolvida por ano. A Humanidade é responsável por muita da carga fluvial. De acordo com algumas estimativas, o transporte de sedimentos em épocas anteriores ao advento da Humanidade era de cerca de 9 000 milhões de toneladas por ano, menos de metade da quantidade actual. Através da agricultura e da promoção da erosão, o Homem aumentou a carga sedimentar dos rios em alguns locais e através da construção de diques e de barragens, que encurralam o sedimento por detrás do muro de retenção, a Humanidade diminui a carga sedimentar noutros locais. Esta é uma das razões pelas quais o litoral português está a desaparecer progressivamente de ano para ano, pois o sedimento arrastado pelo mar não é compensado pelo aporte de sedimento fluvial, uma vez que este se encontra aprisionado nas albufeiras das barragens portuguesas e espanholas dos principais rios ibéricos.*

*O fluxo de um curso de água num determinado local é resultado do equilíbrio entre as entradas e as saídas, que se desequilibram temporariamente por altura das cheias. Estudos referentes à descarga, velocidade, dimensões do canal e topografia (especialmente o declive) ao longo de toda a extensão de um curso de água, desde a sua cabeceira até à*

*sua desembocadura, revelam um equilíbrio a uma escala espacial e temporal mais vasta: um curso de água encontra-se em equilíbrio entre a erosão do leito da corrente e a sedimentação no canal e na planície de inundação ao longo de todo o seu comprimento. Este equilíbrio é controlado por diversos factores, tais como a topografia (nomeadamente, o declive), o clima, o fluxo do curso de água (incluindo tanto a descarga como a velocidade) e a resistência das rochas à meteorização e à erosão” (<http://geodinamica.no.sapo.pt>).*

Uma combinação particular de factores – tais como topografia elevada, clima húmido, descarga e velocidade de fluxos elevadas, rochas duras e pequena carga sedimentar – faria um curso de água erodir um vale muito encaixado no substrato rochoso e transportar no sentido da corrente todo o sedimento derivado dessa erosão. Pelo contrário, para jusante, onde a topografia é mais suave e o curso de água pode fluir sobre sedimentos facilmente erodíveis, o rio depositaria barras e sedimentos aluviais, produzindo uma elevação do leito através da sedimentação.

### *B 3.2 – Planícies de Inundação*

As cheias são a principal causa das inundações. As características das cheias, nos seus aspectos hidrológicos e hidráulicos, e o controlo estrutural das ondas de cheia, foram estudados durante as últimas décadas nos seus pontos de vista científico e técnico. Poder-se-á atingir facilmente uma definição sobre a tecnologia a utilizar nas situações de risco. No que diz respeito à implementação de medidas não estruturais, e às escolhas para a quantificação dos riscos aceitáveis para a sociedade e para o ambiente, será mais difícil atingir uma posição única. Isto é consequência, das diferentes intensidades das cheias em cada região, das diferentes organizações para a gestão do território, das diferentes “culturas” do risco, e das diferentes experiências locais.

O resultado destas diferenças é a existência de uma multiplicidade de metodologias para a gestão dos riscos de inundação; há acções em três eixos principais, a saber: controlo das cheias, os avisos e a evacuação e a gestão das zonas inundáveis.

Em Portugal, o reconhecimento da importância dos riscos das cheias, e das consequentes inundações, é feito em várias legislações, alguma muito antiga. O problema maior tem sido implementá-la, devido às fortes interrelações e antagonismos que existem entre diferentes decisores.

A protecção dos bens culturais é uma das preocupações da protecção em geral. Quer sejam patrimónios imóveis, móveis, edificações que preservam o património, sítios ou conjuntos, todos devem estar abrangidos numa actuação global de protecção a uma causa

bem específica, como é a inundação provocada por uma cheia, num determinado rio. A outra alternativa, que é uma actuação casuística, muitas vezes a que é seguida na ausência da anterior, é globalmente mais cara e menos rigorosa para atingir a protecção de todos os bens.

A importância das cheias é também reconhecida pela União Europeia, nomeadamente no documento “Ambiente na Europa, Avaliação Dobris”. Nele é referido que os riscos naturais ganharam uma importância crescente nas zonas urbanas. A boa gestão do território e o planeamento das emergências são as duas acções para reduzir os impactos dos riscos naturais e as suas interacções com as actividades humanas.

#### *B 3.4 – Linha de Costa*

A faixa marítima de protecção costeira é uma faixa ao longo de toda a costa marítima no sentido do oceano, correspondente à parte da zona nerítica com maior riqueza biológica, delimitada superiormente pela linha que limita o leito das águas do mar e inferiormente pela batimétrica dos 30 m.

A faixa marítima de protecção costeira caracteriza-se pela sua elevada produtividade em termos de recursos biológicos e pelo seu elevado hidrodinamismo responsável pelo equilíbrio dos litorais arenosos, bem como por ser uma área de ocorrência de *habitats* naturais e de espécies da flora e da fauna marinhas consideradas de interesse comunitário nos termos do Decreto-Lei n.º 49/2005, de 24 de Fevereiro.

Na faixa marítima de protecção costeira podem ser realizados os usos e as acções que não coloquem em causa, cumulativamente, as seguintes funções:

- As funções descritas no número anterior;
- Os processos de dinâmica costeira;
- O equilíbrio dos sistemas biofísicos;
- A segurança de pessoas e bens.

#### **3.3.4.3. Perímetros de Protecção aplicadas aos Critérios de Exclusão (etapa 2)**

A cada um dos factores de exclusão será alocada uma distância tampão (*buffer*), ou área de protecção, dentro da qual não poderá ser instalada a CCC, de forma a prevenir eventuais danos que possam surgir. Por exemplo, no caso das captações de águas subterrâneas destinadas ao abastecimento público, é necessário estabelecer um perímetro de protecção de modo a proteger a qualidade das águas dessas captações. A afectação de áreas



naturais é um outro aspecto muito relevante neste tipo de infra-estruturas.

Estes perímetros têm como objectivo:

- Prevenir, reduzir e controlar a poluição por infiltração de águas pluviais resultantes do funcionamento da central;
- Evitar a afectação do equilíbrio ecológico dos ecossistemas naturais;
- Prevenir, reduzir e controlar a afectação da funcionalidade do espaço;

Um outro exemplo da necessidade de uma área de protecção, é o caso das zonas envolventes a falhas activas. Localizar uma instalação como esta nas áreas envolventes a falhas activas ou potencialmente activas é extremamente perigoso pois podem surgir danos devido a :

- Movimentos ao longo das falhas, que podem causar deslocamentos em estruturas;
- Actividade sísmica associada a movimentos de falhas, que podem causar estragos em estruturas devido a vibrações.

Nos Quadros 3.4 e 3.5 apresentam-se os valores de distâncias tampão (*buffers*) que serão aplicados automaticamente a cada parâmetro. No entanto, em virtude da possível mudança de características (dos parâmetros) de área para área, é possível ainda adequar a distância à área de estudo. Para tal, cada parâmetro possui um intervalo de valores donde poderá ser escolhido o valor mais adequado (Quadro 3.4). Deve no entanto referir-se que as distâncias de protecção “(buffers)” foram definidas, com base em normas legais ou em recomendações técnicas constantes de bibliografia especializada.

**Quadro 3.4 - Distâncias Tampão aplicáveis aos Critérios de Exclusão – Factores Antrópicos (adaptado de ALLEN, 2001,2002)**

FACTORES	CATEGORIAS	DISTÂNCIA PROTECÇÃO (m)	DISTÂNCIA PROTECÇÃO ADOPTADA (m)
<b>A – ANTRÓPICOS</b>			
<b>A 1 – Infra-estruturas Lineares</b>			
	A1- Linha Eléctrica	30	30
	A2 – Gasodutos	[30 – 100]	30
<b>A. 2 Áreas Edificadas</b>			
A 2.1 - Áreas Urbanas e de Alta Tecnologia	Capitais de Distrito, Sedes de Concelho e Cidades	[400 – 6000]	1000/
A 2.2 - Estradas	Estradas Nacionais (IP, IC, EN) e A/E	[30 – 600]	30
A 2.3.- Linhas Férreas		(30 – 500]	30/
A 2.4.- Abastecimento de Água		1000	1000
A 2.4.1- Albufeiras			
A2.4.2- Poços, Furos de Captação Nascente/Fontes		[300 – 1000]	300/

**Quadro 3.5 - Distâncias Tampão aplicáveis aos Critérios de Exclusão – Factores Naturais (Adaptado de ALLEN, 2001,2002)**

FACTORES	CATEGORIAS	DISTÂNCIAS TAMPÃO (m)	DISTÂNCIA PROTECÇÃO ADOPTADA (m)
<b>B – NATURAIS</b>			
<b>B1 – Áreas Classificadas</b>			
	B1.1 – Rede Nacional de Áreas Protegidas	[0 – 250]	25]
	B1.2 – Sítios Classificados	[0 – 250]	250
	B1.3 – ZPE´s (Zonas de Protecção Especial)	[0 – 250]	250
	B1.4 – Áreas Minerais	30	30
<b>B2 – Factores Geológicos</b>			
	B2.1 – Falhas Geológicas Importantes (Activas e Potencialmente Activas, ML >5, susceptível e ruptura superficial), susceptíveis e ruptura superficial	[60 – 2000]	60/
	B2.2 – Aquíferos Regionalmente Importantes e de Vulnerabilidade Extrema	30	30
<b>B3 – Factores HidroGeológicos</b>			
	B.3.1 – Rios/ Canais	[50 – 2000]	100
	B3.2 – Planícies de Inundação/Regadios	30	30
	B3.3 – Lagos, Pântanos	[300 – 1000]	100/
	B3.4 – Linha de Costa	100	100

#### 3.3.4.4. Parâmetros para Avaliação de Áreas Residuais (etapa 3)

Tal como descrito anteriormente a metodologia adoptada corresponde a uma adaptação de metodologias já existentes, verificando-se, aquando da aplicação do modelo, existiram parâmetros que não foram considerados. Assim sendo nos quadros seguintes sintetizam-se os parâmetros que interviriam na avaliação da ponderação das áreas residuais.

**Quadro 3.6 - Critérios de Avaliação aplicados a áreas residuais – Factores Geológicos (A)**  
(Adaptado de ALLEN, 2001,2002)

PESO	PARÂMETROS	ÍNDICE DE SUSCEPTIBILIDADE
A1	Capacidade de carga da fundação (processos de ruptura, processos de assentamento)	Alto = 5 Médio= 3 Baixo = 1

**Quadro 3.7 - Critérios de Avaliação aplicados a áreas potenciais – Factores Sócio-Económicos**  
(Adaptado de ALLEN, 2001,2002)

PESO	PARÂMETROS	ÍNDICE DE SUSCEPTIBILIDADE
B1	Localização (Existência de área Industriais)	Alto = 5 Médio= 3 Baixo = 1
B2	Tipo de Acessos existentes	
B3	Afastamento a zonas habitacionais	

**Quadro 3.8 - Critérios de Avaliação aplicados a áreas potenciais – Áreas Denominadas (classificadas)**  
(Adaptado de ALLEN, 2001,2002)

PESO	PARÂMETROS	ÍNDICE DE SUSCEPTIBILIDADE
C1	Existência de Reserva Ecológica Nacional	Alto = -5 Médio = -3 Baixo = -1
C2	Existência de Reserva Agrícola Nacional	
C3	Existência de Espaços Naturais de Protecção	
C4	Existência de Espaços Florestais	

## 4. APLICAÇÃO DO MODELO NAS ÁREAS EM ESTUDO

A metodologia proposta desenvolve-se para duas escalas distintas de observação:

- Escala regional, ou do território Nacional
- Escala local, ou do Concelho

No presente estudo foram seleccionadas dois concelhos para avaliação à escala local: (i) o concelho de Sines e; (ii) o concelho da Figueira da Foz; para os quais se apresenta uma súmula das suas principais características. Seguidamente descreve-se cada uma das etapas do modelo aplicado.

### 4.1. Etapa 1 – Selecção de Áreas em Termos Operacionais (escala regional)

No primeiro caso, a abordagem à escala regional, pretende-se a identificação de Áreas Potenciais para instalação de uma CCC, considerando apenas os factores de operacionalidade fundamentais à implementação deste tipo infra-estruturas:

- Factores naturais – disponibilidade hídrica
- Factores antrópicos – linhas de Alta Tensão e gasodutos

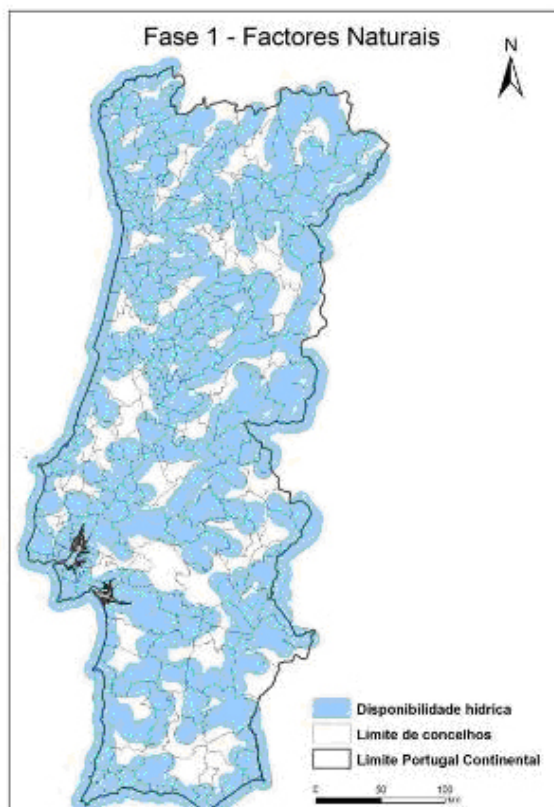
A coexistência destes parâmetros para uma determinada área de influência define as áreas onde potencialmente se deverá construir a infra-estrutura. Todas as áreas complementares são consideradas, à partida, excluídas das fases de avaliação subsequentes. No Quadro 4.1 apresenta-se a informação utilizada na 1ª Fase do modelo para a identificação das áreas potenciais de avaliação, respectiva escala e origem (ou fonte) da informação.

Quadro 4.1 - Informação Utilizada na Etapa 1

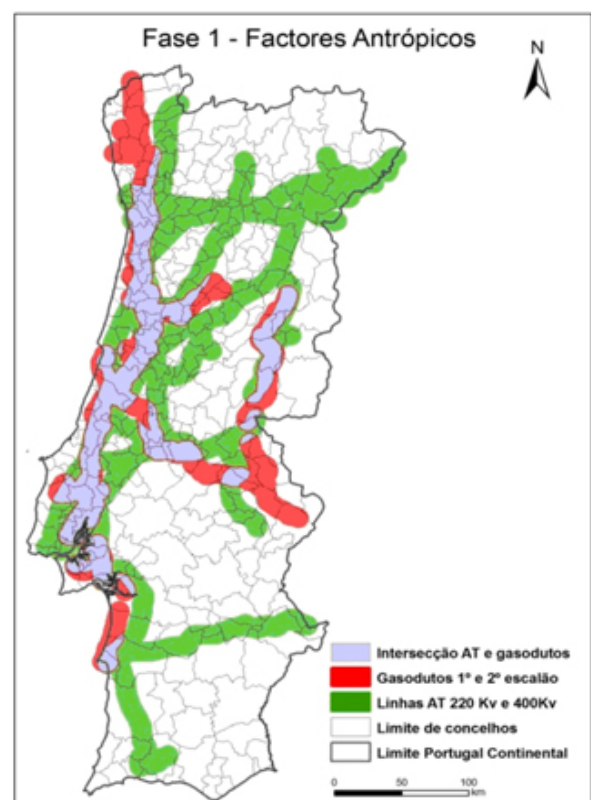
FACTORES	CARTAS	FONTE	ESCALA	FORMATO
Antrópicos	Rede Eléctrica	REN	Sem escala	Digital
	Gasoduto	REN Gasodutos	1/25000	Digital
Naturais – disponibilidade hídrica	Linha de Costa	Atlas do Ambiente Digital	1/1.000.000	Digital
	Abastecimento de Água (Albufeiras, Poços, Furos de Captação Nascente/Fontes)	Atlas do Ambiente Digital		
	Rios (Permanentes/Torrenciais), Canais	Atlas do Ambiente Digital		
	Planícies de Inundação	Atlas do Ambiente Digital		
	Lagos, Pântanos	Atlas do Ambiente Digital		

As áreas Potenciais resultam da intersecção dos factores considerados, naturais e antrópicos, após aplicação de uma área de influência de 7 km.

Na figura 4.1 apresenta-se a nível regional, o mapeamento das áreas de disponibilidade hídrica consideradas. Na figura 4.2 apresenta-se, o mapeamento dos factores antrópicos considerados e respectivas áreas onde ocorrem, simultaneamente, as linhas de Alta Tensão e os Gasodutos. Nas figuras 4.3 e 4.4 apresenta-se, o mapa final da fase 1 do modelo, que resulta da intersecção dos factores naturais (disponibilidade hídrica) e antrópicos. (Linhas de Alta Tensão e Gasodutos).

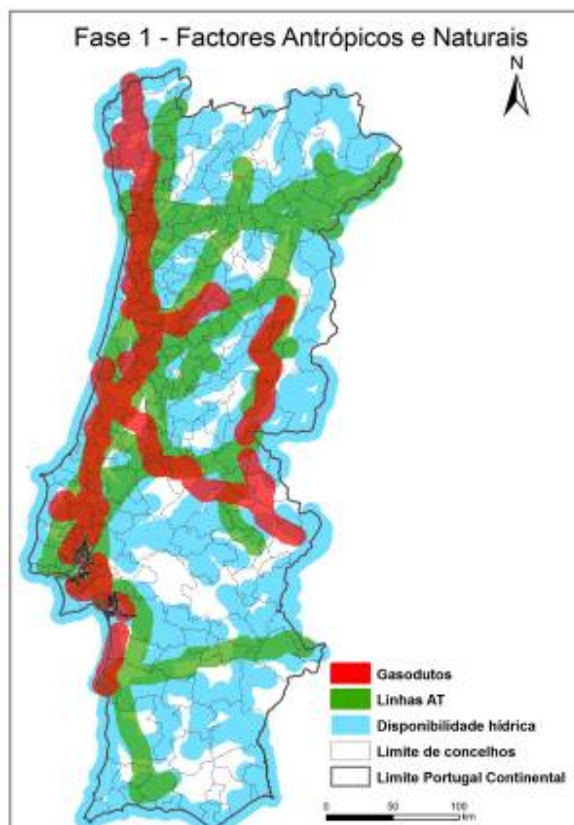


**Figura 4.1 - Fase 1 - Disponibilidade hídrica (linhas de água, linha de costa e albufeiras)**

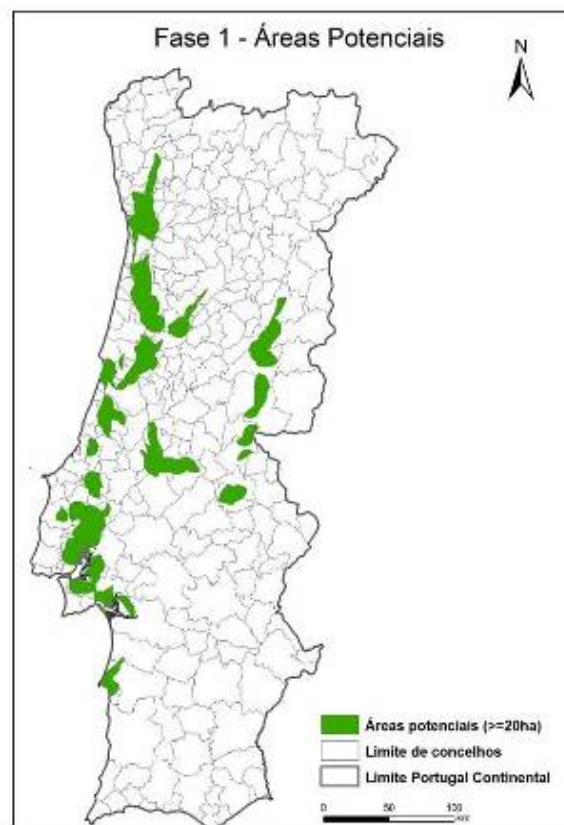


**Figura 4.2 - Fase 1 - Factores Antrópicos (Gasodutos e Linhas de Alta Tensão)**

No Anexo 1 apresentam-se as figuras com os parâmetros considerados nesta fase bem como o mapa final com as áreas potenciais de avaliação.



**Figura 4.3 - Fase 1 - Critérios de operacionalidade Naturais e Antrópicos**



**Figura 4.4 - Fase 1 - Áreas Potenciais resultante da intersecção dos critérios de operacionalidade**

O resultado desta fase do modelo resulta num mapa, à escala regional, que apresenta todas as áreas que respeitam os critérios de operacionalidade fundamentais à instalação de uma CCC, restringindo-se assim a 2 Fase do modelo (correspondente à avaliação da aptidão à construção de uma CCC) apenas aqueles locais que possuem as condições mínimas de operacionalidade necessárias à implementação da infraestrutura.

#### **4.2. Etapa 2 - Exclusão de Áreas Condicionadas (escala regional).**

Nesta fase do modelo são excluídas as áreas ou elementos que condicionam, a nível regional, ou interditam a construção de uma infra-estrutura deste tipo.

No Quadro 4.2 são apresentados os parâmetros que condicionam a implementação da infra-estrutura.

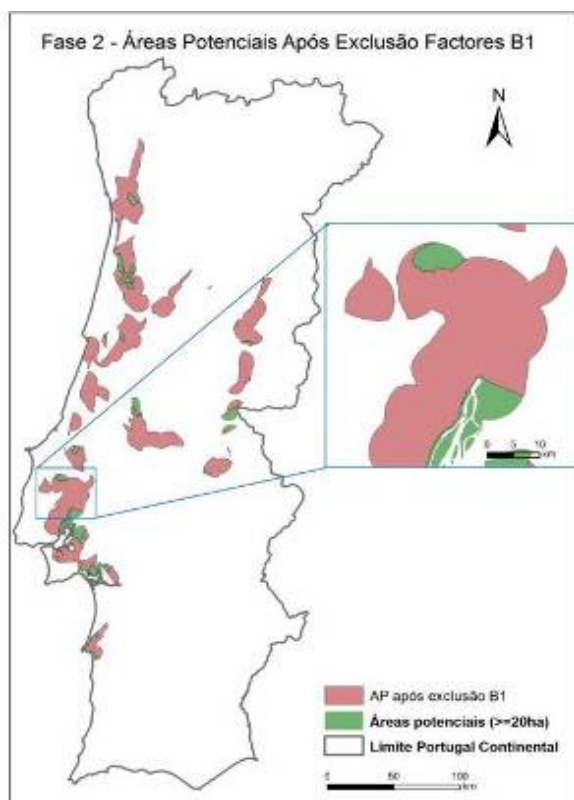
**Quadro 4.2 - Cartas utilizadas na Etapa 2**

		<b>CARTAS</b>	<b>FONTE</b>	<b>ESCALA</b>	<b>FORMATO</b>
<b>Factores Antrópicos</b>	<b>A1 – Infra-estruturas Lineares</b>	A1- Linha Eléctrica	REN	Sem escala	Digital
		A2 – Gasodutos	REN Gasodutos	1/25000	Digital
	<b>A2 Áreas Edificadas</b>	A2.1 – Áreas Urbanas Capitais de Distrito e Sedes de Concelho	Carta Administrativa Oficial de Portugal CAOP	Sem escala	Digital
		A 2.2.-Estradas	Mapa do Plano Rodoviário Nacional	1 200 000	Analógico
		A 2.3.- Linhas Férreas	Atlas do Ambiente Digital		Digital
		A 2.4.- Abastecimento de Água A 2.4.1- Albufeiras/ A2.4.2- Poços, Furos de Captação Nascente/Fontes	Atlas do Ambiente Digital/CCDR	1/1.000.000	Digital
<b>Factores Naturais</b>	<b>B1 – Áreas Classificadas</b>	B1.1 – Rede Nacional de Áreas Protegidas	Instituto de Conservação da Natureza e Biodiversidade	Sem escala	Digital
		B1.2 – Sítios Classificados			
		B1.3 – ZPE's (Zonas de Protecção Especial)			
		B1.4 – Áreas Minerais	Carta	1/50 0000	Analógico
	<b>B2 – Factores Geológicos</b>	B2.1 – Falhas Geológicas Importantes (Activas e Potencialmente Activas, ML >5, susceptível e ruptura superficial), susceptíveis e ruptura superficial	Carta Hidrogeológica de Portugal	1/50 0000	Analógico
	<b>B3 – Factores Hidrogeológicos</b>	B3.1 – Rios/ Canais	Atlas do Ambiente Digital/CCDR	1/1.000.000	Digital
		B3.2 – Planícies de Inundação/Regadios			
		B3.3 – Lagos, Pântanos			
		B3.4 – Linha de Costa			

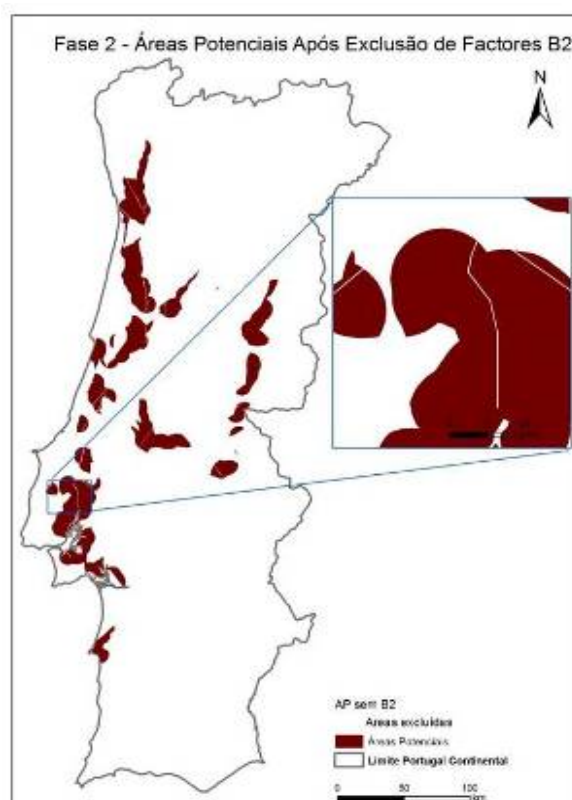
Nas figuras 4.5 e 4.6 apresentam-se os mapas das áreas potenciais: 4.5) após remoção dos factores de exclusão B1 referentes à Rede Nacional de Áreas Protegidas, Sítios Classificados, ZPE's e Áreas minerais; 4.6) após remoção dos factores de exclusão B2 referentes às falhas geológicas.

Na Figura 4.7 apresenta-se o mapa resultante da intersecção dos factores de exclusão B1 e B2 e na Figura 4.8 o mapa final resultante da exclusão dos factores condicionantes das Áreas Potenciais.

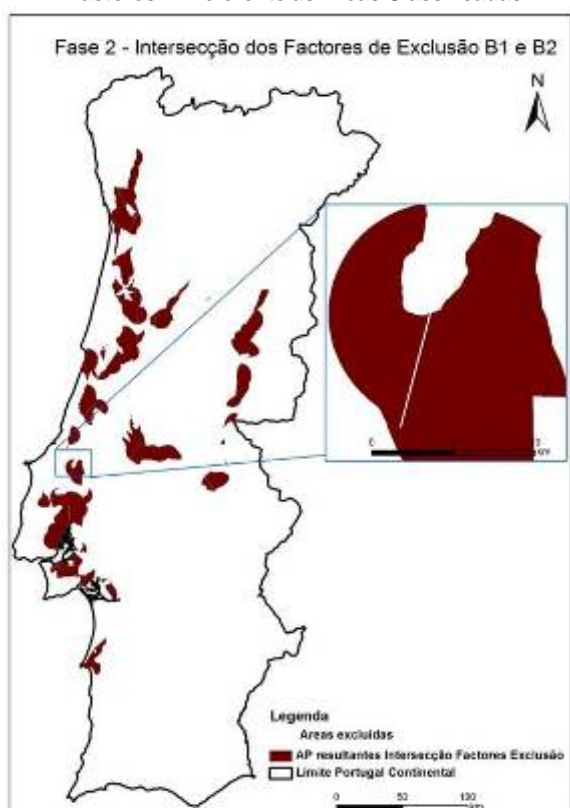




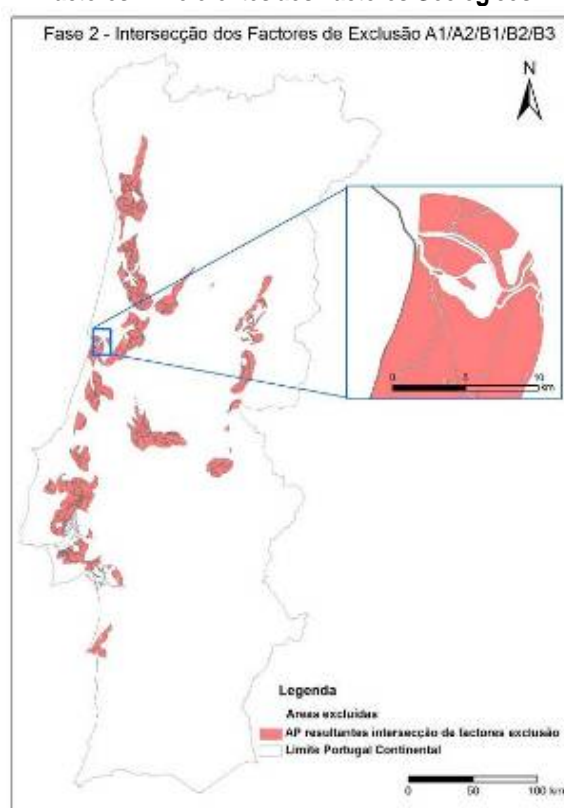
**Figura 4.5 – Fase 2 - Áreas Potenciais após a exclusão dos factores B1 referente às Áreas Classificadas**



**Figura 4.6 - Fase 2 - Áreas Potenciais após exclusão dos factores B2 referentes aos Factores Geológicos**



**Figura 4.7 - Fase 2 - Áreas Potenciais resultantes da Intersecção dos Factores de exclusão B1/B2**



**Figura 4.8 - Fase 2 - Áreas potenciais/residuais após a aplicação de todos os critérios de exclusão**



No anexo 1 apresentam-se todas as figuras resultantes da aplicação desta fase do modelo. Foram também excluídas todas as áreas residuais menores que 20 hectares

Por razões de ordem prática, e dado que existem já projectos em fase de construção, para duas CCC (uma no concelho da Figueira da Foz e outra no concelho de Sines) optou-se na Fase 3 do modelo, por avaliar as áreas potenciais correspondentes apenas a estes dois concelhos.

#### 4.3. Etapa 3 - Avaliação da Aptidão das Áreas Residuais (escala local)

A Etapa 3 do modelo foi desenvolvida apenas para duas zonas potenciais, uma no concelho da Figueira da Foz e a outra no concelho de Sines. A escolha destes dois locais está directamente relacionada com o facto de já estarem autorizadas por parte das entidades competentes a localização de duas centrais na zona da Figueira da Foz e de uma outra em Sines.

As fontes de informação e cartas utilizadas para o tratamento da informação necessária ao modelo apresentam-se no quadro seguinte.

**Quadro 4.3 - Cartas utilizadas para a avaliação das áreas de Sines e da Figueira da Foz**

	CARTAS	FONTE	ESCALA	FORMATO
Figueira da Foz	Planta de Ordenamento	PDM Figueira da Foz	1/25000	Analógico
	Planta de Condicionantes	PDM Figueira da Foz		
	Planta de REN	PDM Figueira da Foz		
	Planta de RAN	PDM Figueira da Foz		
	Carta Geológica de Portugal – Folha 19 A Figueira da Foz	Serviços Geológicos de Portugal	1/50 000	Analógico
Sines	Planta de Ordenamento	PDM de Sines	1/25000	Analógico
	Planta de Servidões	PDM de Sines	1/25000	Analógico
	Planta de REN	PDM de Sines	1/25000	Digital
	Carta Geológica de Portugal – Folha 42 C - Santiago do Cacém	Serviços Geológicos de Portugal	1/50 000	Analógico

##### 4.3.1. Breve caracterização do Concelho da Figueira da Foz

O Concelho da Figueira da Foz situa-se na Costa Atlântica, na Região Centro, possuindo uma área de 37 940 ha. É limitado a W pelo Oceano Atlântico com praias aprazíveis de muita actividade turística e balnear, como a da Figueira da Foz, a de Quiaios e a de Murtinheira e é atravessado pelo Rio Mondego, onde se pratica uma importante actividade

piscatória.

Dispõe do Parque Florestal da Serra da Boa Viagem, com cerca de 400 ha, de grande importância ambiental e paisagística, sendo caracterizada pela existência de numerosas linhas de água.

O Cabo Mondego situa-se a cerca de 200Km a norte de Lisboa, no bordo ocidental da Serra da Boa Viagem, ao longo da costa, entre as praias da Murtinheira e da Figueira da Foz. O afloramento compreende uma série de sedimentos marinhos e fluvio-lacustres que se estendem desde o Toarciano superior até ao Titoniano. Este registo, nalguns níveis, é particularmente contínuo e rico de informações paleontológicas, sedimentológicas e paleomagnéticas, que se associam a excepcionais condições de observação. Inclui níveis com as mais antigas pegadas de megalossaurídeos (dinossauros bípedes e carnívoros) descritas em Portugal e cuja primeira referência data de 1884. O recente estabelecimento do GSSP (Global Boundary Stratotype Section and Point) do Bajociano no Cabo Mondego pela IUGS (Internacional Union of Geological Sciences) confere-lhe a relevância internacional inerente a um estratotipo e reforça o carácter urgente da sua protecção e valorização. A sucessão praticamente contínua de materiais do Jurássico médio e superior num local sem perturbações de natureza tectónica, metamórfica ou vulcânica tem uma enorme valia em termos pedagógicos; a paleobiodiversidade decorrente do registo paleontológico reconhecido constitui um importante património museológico, bem como a existência de um estratotipo de limite que tem implicações de índole científica ao mais alto nível, contribuindo para o enorme e conhecido potencial turístico da Serra da Boa Viagem.

A população estimada, residente no Concelho, é de cerca de 62 600 habitantes, que se distribui irregularmente pelo Concelho, com concentração maior em algumas zonas, nomeadamente na Cidade da Figueira da Foz e ao longo das principais vias de comunicação.

As principais actividades económicas neste Concelho são a Industrial, a Piscatória e o Turismo e Lazer.

Tem um uso de solo maioritariamente naturalizado, ainda que existam excepções nas áreas industriais. Trata-se pois de uma área com uma funcionalidade do espaço organizada e estruturada, em que as indústrias existentes se têm inserido na paisagem e de uma forma equilibrada em termos de ordenamento do território. Existe uma área florestal vasta na qual o município tem desenvolvido algumas acções de manutenção e potenciação.

A actividade Industrial é já hoje muito importante com a existência da Celbi (Celulose da Beira Industrial), da Microplásticos, dedicada ao fabrico de componentes para a Industria Automóvel, da Soporcel (Sociedade Portuguesa de Papel), da Vidreira do Mondego, e outras. Está no entanto em pleno desenvolvimento através a instalação de um Parque Industrial em 2000, contribuindo assim para o desenvolvimento económico e sustentado.

#### **4.3.2. Breve caracterização do Concelho de Sines**

O Concelho de Sines situa-se na Costa Atlântica, na Região Sul, Litoral da Província do Alentejo, possuindo uma área de 20.000 ha. É limitado a W pelo Oceano Atlântico, com um Porto de águas profundas, de grande importância económica e estratégica e de um Porto de Pesca.

Este Concelho divide-se em 3 grandes unidades, a Planície, a Escarpa Oriental e o Relevo Residual do Maciço Vulcânico de Sines.

O Concelho de Sines abrange três conjuntos geológicos diferenciados:

- A Orla Oriental (Serra) de fundos dos vales talhados pelas ribeiras a sul da cidade de Sines e as falésias da mesma área, onde afloram formações paleozóicas, do Carbónio Marinho ou do Complexo vulcânico-silicioso do Cercal.
- O Maciço Eruptivo de Sines, mesozóico e a orla termometamórfica que o acompanha.
- Substrato a Sul e Sueste eruptivo de Sines, constituído por formações xisto-grauváficas flyschóides e por um complexo vulcano-silicioso do Carbónico.

O Sistema aquífero de Sines tem uma área de cerca de 250km<sup>2</sup> e é um sistema multicamada, com um aquífero carbonatado profundo confinado, no qual existem captações com grande produtividade com artesianismo repuxante. Existe depois um aquífero livre superficial detrítico em conexão com a rede hidrográfica.

A população residente no Concelho, estimada, é de 13.600 habitantes residentes e de 5.000 flutuantes, sendo a maioria concentrada na Cidade de Sines.

Dispõe de actividade turística e balnear e uma importante actividade piscatória. Também possui um Centro de Negócios, cujo Edifício de 16.000 m<sup>2</sup> alberga no seu interior cerca de 6.000 m<sup>2</sup> de escritórios.

A área do concelho de Sines tem duas zonas com características muito distintas, ou seja,

uma zona mais naturalizada, ainda que ao longo dos anos se tenham vindo a verificar um acréscimo da actividade hoteleira e balnear, e uma outra área mais industrializada. As principais actividades económicas são a Industrial, a Piscatória e o Turismo e Lazer. É no entanto a actividade industrial a mais importante do Concelho com as instalações de diversas unidades, sendo as mais relevantes a Refinaria e a Central Térmica a Carvão.

#### **4.3.3. Ponderação das Áreas Residuais**

##### **4.3.3.1. Processamento de dados em SIG**

Antes de executar a aplicação foi necessário efectuar uma série de operações, tais como:

- Digitalização de toda a informação que se encontre em formato analógico;
- Transformação para estrutura vectorial ou matricial de toda a informação que se encontre em outros formatos;
- Georreferenciação de toda a informação. Todos os temas têm obrigatoriamente de ter o mesmo sistema de coordenadas;
- Aplicação de áreas de protecção aos temas;
- Exclusão de áreas
- Categorização das classes dos temas
- Transformação dos temas categorizados, para formato matricial, com resolução espacial de 10m metros;
- Ponderação dos temas matriciais
- Definição dos limites das classes de aptidão dos locais para construção de CCC.

##### **4.3.3.2. Bases e Parâmetros utilizados**

As duas áreas foram estudadas com os mesmos pressupostos, ou seja, utilizou-se como base de trabalho os Planos Directores Municipais destes dois concelhos ainda que no caso da Figueira da Foz se tenha apenas estudado a zona sul do mesmo. Tal facto foi condicionado pelo facto desta autarquia não ter disponibilizado os dados em formato digital, tendo para isso sido adoptado o seguinte procedimento:

- Aquisição do PDM na DGOTDU;
- Efectuar um Raster das Cartas do PDM;
- Transformar estas cartas em Autocad;
- Importar o Autocad para o SIG;

Todo este processo é muito moroso e com erros de digitalização associados tendo-se por isso optado por fazê-lo para uma zona onde se sabia que foi licenciada pelas entidades competente a autorização para a construção de uma Central de Ciclo Combinado.

No caso da Câmara Municipal de Sines, uma das cartas mais concretamente, a da Reserva Ecológica Nacional já fornecida em Autocad, tendo sido explicado por esta autarquia que o PDM se encontrava em revisão e como tal esperavam dentro de algum tempo ter disponível toda a informação em formato digital. Esta autarquia forneceu a carta de servidões em formato analógico que posteriormente teve de ser sujeita aos mesmos procedimentos referidos para o caso do outro Concelho em estudo.

Das cartas de cada um destes Concelhos e da carta geológica de cada uma destas áreas foi possível retirar informação digital para os parâmetros descritos no quadro apresentado em seguida.

**Quadro 4.4 - Bases e Parâmetros utilizadas**

CONCELHO	FONTE	PARÂMETRO
<b>Sines</b>	Carta Geológica	Geologia
	Carta de Servidões	Áreas Industriais ZIL Limite ZIL e Outros Rede Rodoviária Reserva Agrícola Nacional
	Carta de REN	Reserva Ecológica Nacional
<b>Figueira da Foz</b>	Carta Geológica	Geologia
	Carta de Servidões	Áreas Industriais Reserva Ecológica Nacional Espaços Florestais Espaços Naturais de Protecção Reserva Agrícola Nacional
	Carta de Ordenamento	Rede Rodoviária Áreas Industriais

#### **4.3.3.3. Categorização dos parâmetros de avaliação**

Os critérios de avaliação dos parâmetros do modelo são englobados em classes de dois tipos:

- critérios de valorização ou aptidão do local;

- critérios de penalização, ou vulnerabilidade do local.

## **1. Critérios de valorização**

A - Factores Geológicos, mais concretamente em função da capacidade de carga dos terrenos;

B - Factores Sócio-Económicos tais como; proximidade a acessos rodoviários, existência de áreas Industriais, ou afins.

## **2. Critérios de Penalização**

C – Existência de Áreas Denominadas Classificadas, mais concretamente:

- Reserva Ecológica Nacional;
- Reserva Agrícola Nacional;
- Espaços Naturais de Protecção;
- Espaços Florestais.

Alerta-se que os factores associados á capacidade de carga dos terrenos foram considerados como de valorização e penalização, uma vez que esses valores variam entre -5 e 5 em função das características geológicas dos terrenos em causa (tipo de geologia).

A selecção dos parâmetros associados à aplicação desta metodologia esteve directamente relacionada com os impactes que instalações como estas podem ter no meio ambiente e no ordenamento do território.

A capacidade de carga de fundação dos substratos geológicos é importante pois determina a estabilidade do terreno e a necessidade de se terem de vir a recorrer a técnicas de engenharia que aumentem a sustentabilidade dos terrenos.

Nos factores sócio-económicos, foram considerados parâmetros tais como, a proximidade a que se localizavam os acessos rodoviários, a existência de áreas industriais e o afastamento de áreas habitacionais, por se considerar que estes parâmetros são de extrema importância para assegurar uma melhor inserção territorial deste tipo de instalações no meio envolvente. Se estes três parâmetros existissem em simultâneo estaríamos perante um cenário de valorização óptimo.

As áreas denominadas ou classificadas consideradas, foram todas as áreas classificadas que estão regulamentadas tais como: Reserva Ecológica Nacional, Reserva Agrícola Nacional, Espaços Naturais de Protecção e Espaços Florestais.

A Reserva Agrícola Nacional (RAN) destina-se a defender as áreas de maiores potencialidades agrícolas, ou que foram objecto de importantes investimentos destinados a aumentar a sua capacidade produtiva, tendo como objectivo o progresso e a modernização da agricultura portuguesa. Esta modernização, para além do pleno aproveitamento agrícola dos melhores solos e a sua salvaguarda, torna necessário a existência de explorações agrícolas bem dimensionadas.

A Reserva Agrícola Nacional é constituída por solos de Capacidade de Uso das classes A e B, bem como por solos de baixas aluvionares e coluviais e ainda por outros, cuja integração na RAN se mostre conveniente para a prossecução dos fins previstos na lei.

O Governo aprovou no dia, 29 de Janeiro de 2009, um decreto-lei que altera o regime jurídico da Reserva Agrícola Nacional (RAN), ficando estabelecida “uma gestão mais adequada dos espaços agrícolas” e uma “mais fácil harmonização” entre municípios. Este Decreto-Lei, aprovado em Conselho de Ministros, visa, de acordo com o comunicado, “aperfeiçoar os procedimentos de delimitação da RAN, essenciais para a preservação do solo como recurso natural finito, com uma multiplicidade de funções estratégicas relevantes na dinâmica dos processos económicos, sociais e ambientais. Este novo decreto-lei revoga o Decreto-Lei 196/89, de 4 de Junho.

A Reserva Ecológica Nacional (REN) constitui uma estrutura biofísica básica e diversificada que, através do condicionamento à utilização de áreas com características ecológicas específicas, garante a protecção de ecossistemas e a permanência e intensificação dos processos biológicos indispensáveis ao enquadramento equilibrado das actividades humanas.

Integram a REN, as ocorrências e estruturas biofísicas que caracterizam, as Zonas Costeiras, as Zonas Ribeirinhas, Águas Interiores e Áreas de Infiltração Máxima ou de Apanhamento e as Zonas Declivosas.

O processo de delimitação da REN inclui, depois de identificadas aquelas ocorrências e estruturas biofísicas, a ponderação da necessidade de exclusão de áreas legalmente construídas ou de construção já autorizada, bem como das destinadas a satisfação das carências existentes em termos de habitação, equipamentos ou infra-estruturas.

O conceito de regime florestal, foi criado por um Decreto datado de 24 de Dezembro de 1901, e diz respeito ao conjunto de disposições destinadas a assegurar não só a criação, exploração e conservação da riqueza silvícola, sob o ponto de vista da economia nacional,

mas também o revestimento florestal dos terrenos cuja arborização seja de utilidade pública, e conveniente ou necessária para o bom regime das águas e defesa das várzeas, para a valorização das planícies áridas e benefícios do clima, ou para a fixação e conservação do solo, nas montanhas, e de areias no litoral marinho.

Uma gestão correcta dos espaços florestais passa necessariamente pela definição de uma adequada política de planeamento tendo em vista a valorização, a protecção e a gestão sustentável dos recursos florestais. Nos quadros seguintes apresentam-se os valores atribuídos a cada parâmetro.

**Quadro 4.5 - Critérios de Avaliação aplicados a áreas residuais – Factores Geológicos (A e D)**

PESO	PARÂMETROS	LITOLOGIA	ÍNDICE DE SUSCEPTIBILIDADE
A1	Capacidade de carga da fundação (processos de ruptura, processos de assentamento)	Aluviões	-5
		Formações Detríticas	-5
		Dunas	-5
		Formações Argilo-Gressosa	-5
		Depósitos Terraços	-3
		Calcários	5
		Granitos	5
		Rochas Metamórficas	3

**Quadro 4.6 - Critérios de Avaliação aplicados a áreas potenciais – Factores Sócio-Económicos (B)**

PESO	PARÂMETROS	DISTÂNCIA	ÍNDICE DE SUSCEPTIBILIDADE
B1	Tipo de Acessos existentes	Estradas localizadas a 100m	1
		Estradas localizadas a 50m	3
		Estradas localizadas a 25 m	5
B2	Existência de Áreas Industriais		5
B2	Existência de ZIL		5

**Quadro 4.7 - Critérios de Avaliação aplicados a áreas potenciais – Áreas Denominadas (classificadas)**

PESO	PARÂMETROS	ÍNDICE DE SUSCEPTIBILIDADE
C1	Existência de Reserva Ecológica Nacional	-5
C2	Existência de Reserva Agrícola Nacional	-5
C3	Existência de Espaços Naturais de Protecção	-5
C4	Existência de Espaços Florestais	-5



#### 4.3.4. Apresentação de resultados

Neste capítulo apresentam-se os resultados obtidos para cada cenário estudado, e será efectuada a respectiva análise comparativa dos resultados obtidos bem como a apresentação das justificações que possam sustentar diferenças entre duas zonas territoriais com características, em termos de ordenamento do território, bastante diferenciadas.

Optou-se por colocar na área em estudo as localizações previstas para as centrais em causa, estando algumas delas neste momento já em construção. O objectivo era verificar e até mesmo validar o modelo desenvolvido, pois se os resultados fossem incompatíveis e não existissem explicações técnicas para o mesmo, poderíamos ter optado por um modelo que não fosse o mais adequado para um estudo como este. Adicionalmente, e a título pessoal, tinha bastante curiosidade técnica para confrontar os resultados dados uma vez que estive por dentro de realização de um EIA de uma dessas Centrais e envolvida no projecto de uma outra.

O resultado do modelo são cartas, em formato matricial que representam a aptidão das áreas estudadas para a instalação de uma CCC.

No anexo 1 apresentam-se as figuras resultantes da aplicação desta fase do modelo, para os dois concelhos estudados e respectivos cenários de avaliação.

##### 4.3.4.1. Figueira da Foz

Os cenários estudados para a Figueira da Foz são os enunciados no Quadro 4.8

**Quadro 4.8 - Cenários Estudados para a Figueira da Foz**

CENÁRIOS	PESOS	COM DESAFECTAÇÃO DA REN e ENP
1	Idênticos	Não
2	Idênticos	Sim
3	Ponderados	Não
4	Ponderados	Sim

Optou-se também por estudar o cenário envolvente às áreas potenciais para dar uma visão mais abrangente em termos de ordenamento do território, ou seja, estudou-se para cada cenário uma área envolvente à área potencial resultante da fase 2.

Os pesos atribuídos a cada parâmetro, foram definidos empiricamente, bem como da

importância/magnitude da sua possível afectação, por parte de uma instalação como a que está em estudo. É preciso termos presente, que o solo ocupado para dar lugar à implantação desta infra-estrutura perderia todas as suas qualidades ecológicas e agrológicas, sendo este um impacte muito significativo, de magnitude elevada e de carácter irreversível.

No que se refere aos cenários 1 e 2 os pesos atribuídos a cada parâmetro foram idênticos, ou seja, atribui-se, *à priori*, a mesma importância a cada tema.

No caso dos cenários 3 e 4 os pesos atribuídos a cada parâmetro foram os indicados no quadro seguinte

**Quadro 4.9 - Pesos atribuídos para os Cenários 3 e 4 da Figueira da Foz**

PARÂMETROS	PESOS ATRIBUIDOS
Áreas Industriais	0,2
Linha Água (REN)	0,1
Espaços Naturais de Protecção	0,1
Reserva Agrícola Nacional	0,2
Reserva Ecológica Nacional	0,2
Geologia	0,05
Estradas	0,05
Espaços Florestais	0,1

A carta de aptidão do concelho da Figueira da Foz estudada para o cenário 3 resultou da aplicação da equação (1), e que se ilustra em seguida:

Carta aptidão =  $(0,2 \times \text{Áreas Industriais}) + (0,1 \times \text{Linhas Água REN}) + (0,1 \times \text{Espaços Naturais de Protecção}) + (0,2 \times \text{Reserva Agrícola Nacional}) + (0,2 \times \text{Reserva Ecológica Nacional}) + (0,05 \times \text{Geologia}) + (0,05 \times \text{Estradas}) + (0,1 \times \text{Espaços Florestais})$

Deve referir-se que os valores para o cenário 1 e 2 são idênticos, uma vez que se trata da inclusão de uma desafecção de áreas classificadas como Reserva Ecológica Nacional e Espaços Naturais de Protecção. Tal situação também ocorre para os cenários 3 e 4.

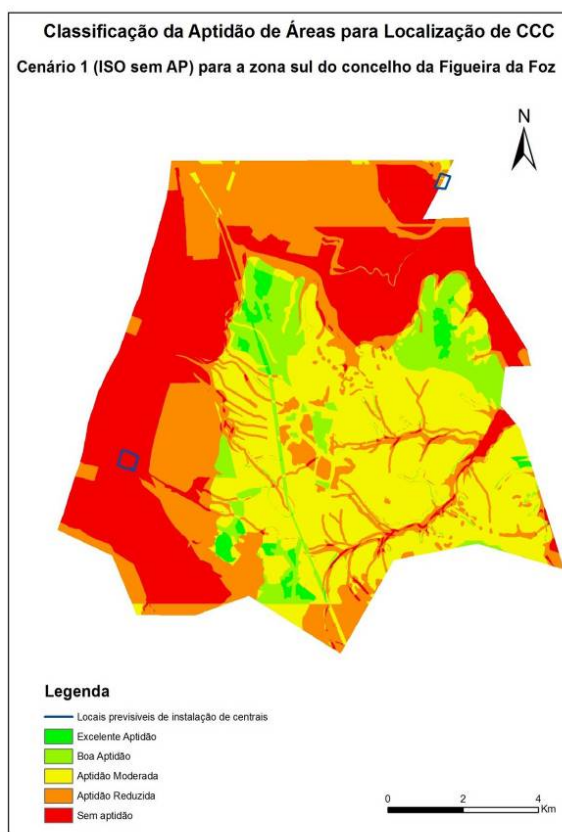
Os valores mínimos e máximos obtidos em cada cenário apresentam-se no Quadro 4.10.

**Quadro 4.10 - Valores máximos e mínimos dos resultados para a Figueira da Foz**

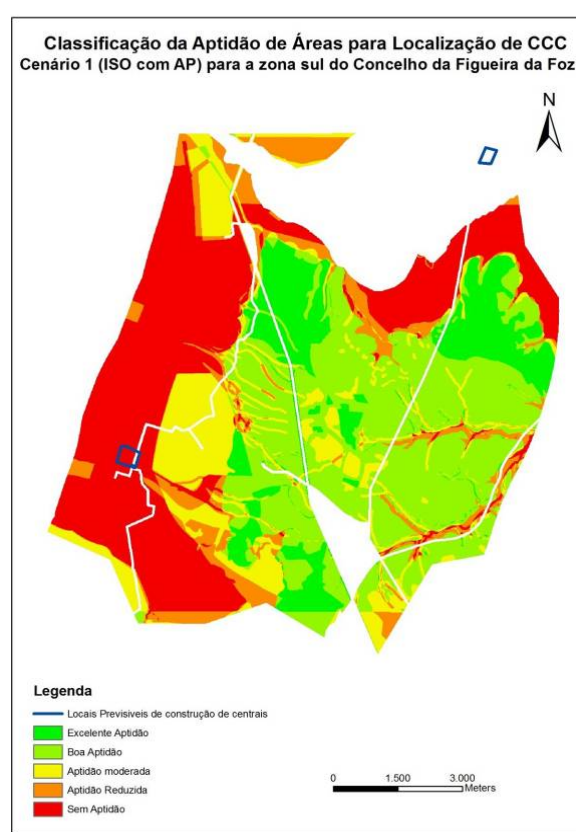
CENÁRIOS	PESOS	VALOR MÁXIMO	VALOR MÍNIMO
1	Idênticos	11	-25
2	Idênticos	11	-25
3	Ponderados	1,3	-3,25
4	Ponderados	1,3	-3,25

Estes valores foram transformados numa escala entre [0 e1], (*vide* Anexo 2) e categorizados em classes de aptidão de igual amplitude [excelente; boa; moderada; reduzida; sem aptidão].

Nas figuras 4.9 a 4.16 apresentam-se os resultados obtidos para os cenários estudados na Figueira da Foz, com a localização das duas CCC – a de Lares, situada a NE; a de Lavos, situada a SW nos mapas.



**Figura 4.9 - Fase 3 - Cenário 1 (Figueira da Foz)**

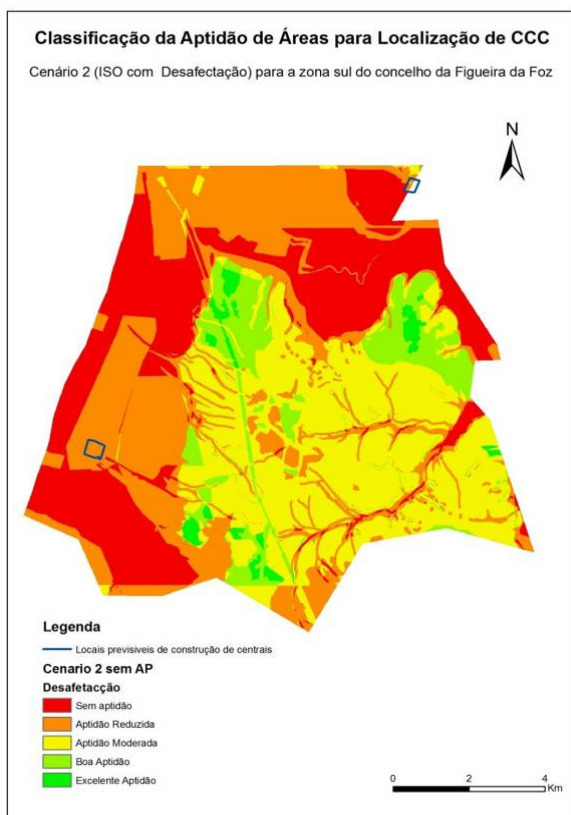


**Figura 4.10 - Fase 3 – AP do Cenário 1 (Figueira da Foz)**

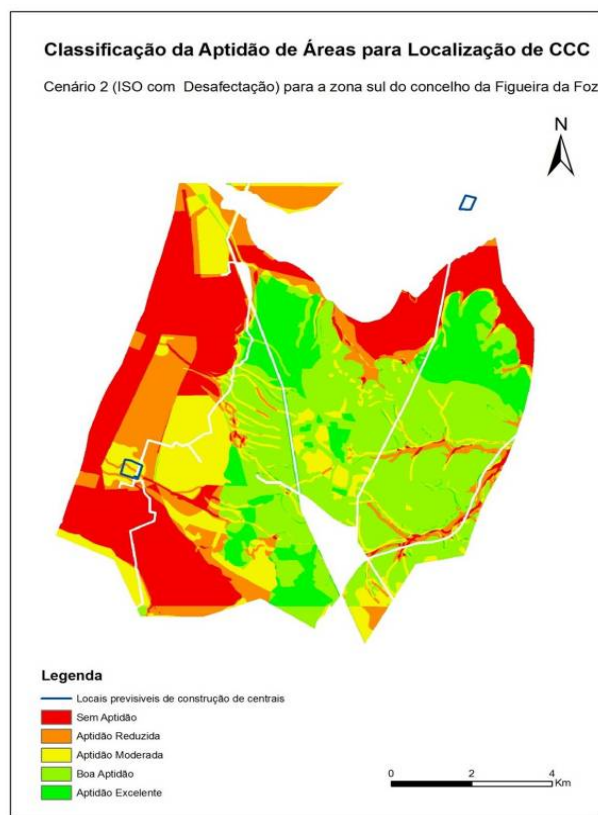
No concelho da Figueira da Foz constata-se que o cenário 1 apresenta uma pequena área classificada como de Boa Aptidão para a localização de CCC's.

Existe uma faixa considerável na envolvente do Rio Mondego e na zona junto à costa, em que as áreas não têm aptidão. Tal sucede pelo facto de se tratar de zonas classificadas como RAN, REN, espaços naturais de protecção e espaços florestais.

Como elemento determinante em termos de ordenamento do território analisamos sucintamente o Plano de Ordenamento da Orla Costeira (POOC) Ovar-Marinha Grande, dado que a área em causa, que se encontra abrangida pelo mesmo valor, constitui o local de implantação de uma das infra-estruturas de apoio, mais concretamente o circuito de refrigeração e de captação de água ao mar.



**Figura 4.11 - Fase 3 - Cenário 2 (Figueira da Foz)**

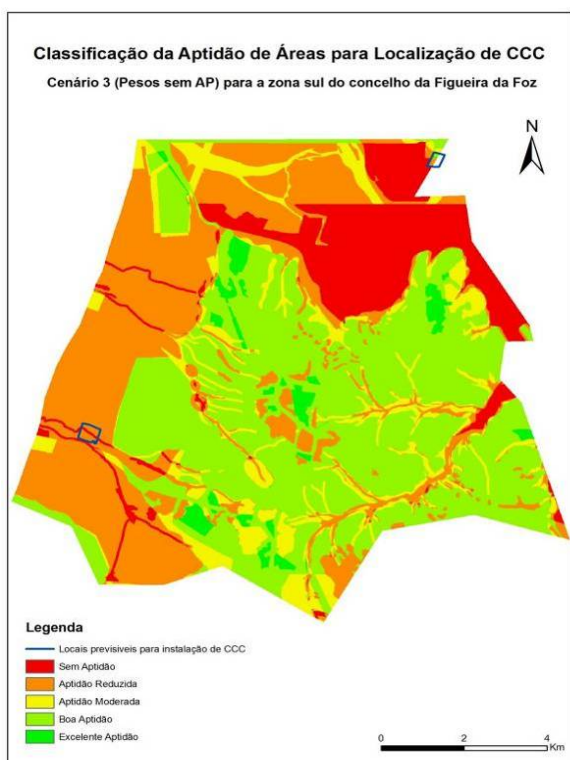


**Figura 4.12 - Fase 3 – AP do Cenário 2 (Figueira da Foz)**

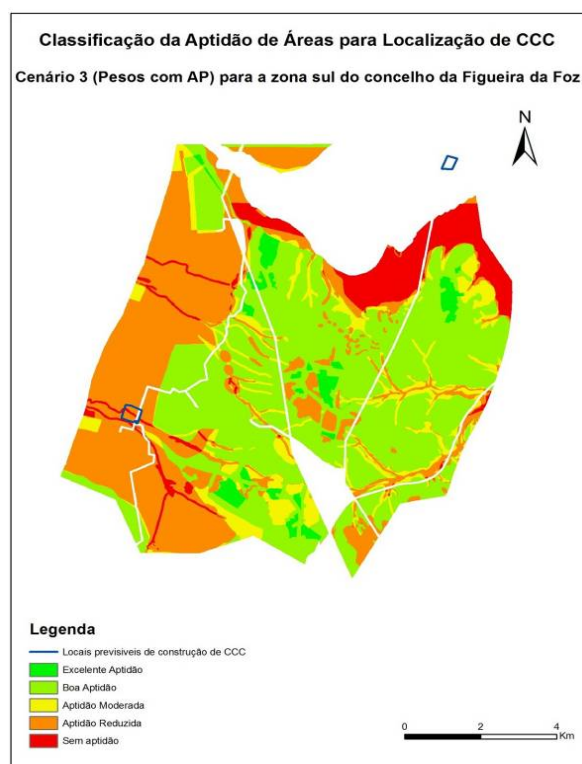
No cenário 2 a situação melhora consideravelmente comparativamente ao cenário 1, pois considerou-se a desafecação de uma área de REN e de ENP, dado que o Plano Director Municipal da Figueira da Foz foi ratificado pela Resolução de Conselho de ministros n.º 42/94, de 18 de Junho, alterado por deliberação da Assembleia Municipal da Figueira da Foz de 26 de Fevereiro de 1999, publicada no diário da República, 2ª série, n.º 140, de 18 de Junho de 1999, e parcialmente suspenso pela Resolução do conselho de ministros n.º 100/2003, de 8 de Agosto, encontrando-se em curso os trabalhos com vista à respectiva revisão.

A Assembleia Municipal da Figueira da Foz aprovou a suspensão de aplicação do PDM, da zona entre Leirosa e Lavos, na sua sessão ordinária de 27 de Fevereiro do ano de 2003. A suspensão parcial do PDM da Figueira da Foz numa área localizada entre a Costa de Lavos e a Leirosa incide sobre área classificada como espaço natural de protecção I, incluído na Reserva Ecológica Nacional (REN) e em matas nacionais, sujeitas ao regime florestal total.

O município da Figueira da Foz fundamentou a suspensão na verificação de uma procura de espaços para a instalação de projectos industriais das classes A e B de grande dimensão; na impossibilidade do espaço industrial I, contíguo à área a suspender, suportar novas unidades industriais de grande porte; permitir a ampliação das já existentes; na incompatibilidade da Câmara Municipal em instalar os referidos projectos industriais com o regime de uso de solo estabelecido para o local pelo PDM em vigor - espaço natural de protecção I-; e ainda na necessidade de instalação imediata de uma indústria de classe A, cuja localização ficará dependente dos resultados da avaliação de impacte ambiental a elaborar para efeitos de licenciamento.



**Figura 4.13 - Fase 3 - Cenário 3 (Figueira da Foz)**

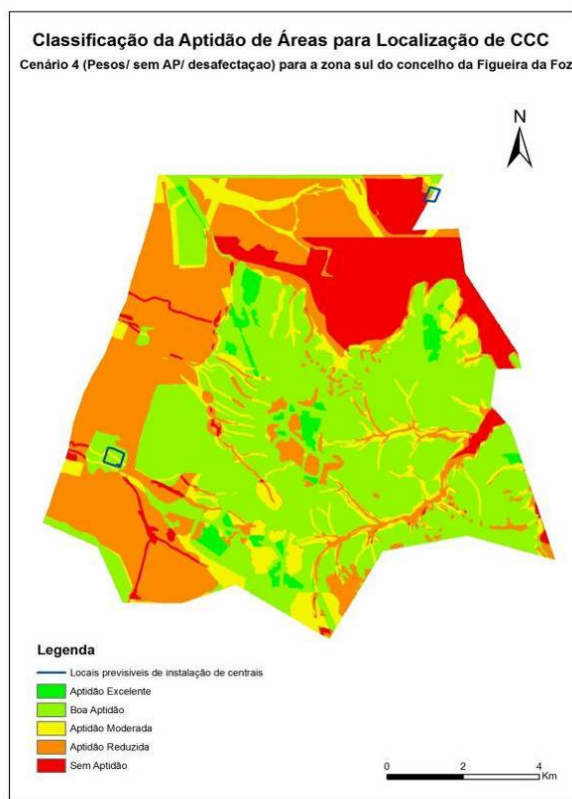


**Figura 4.14 - Fase 3 – AP do Cenário 3 (Figueira da Foz)**

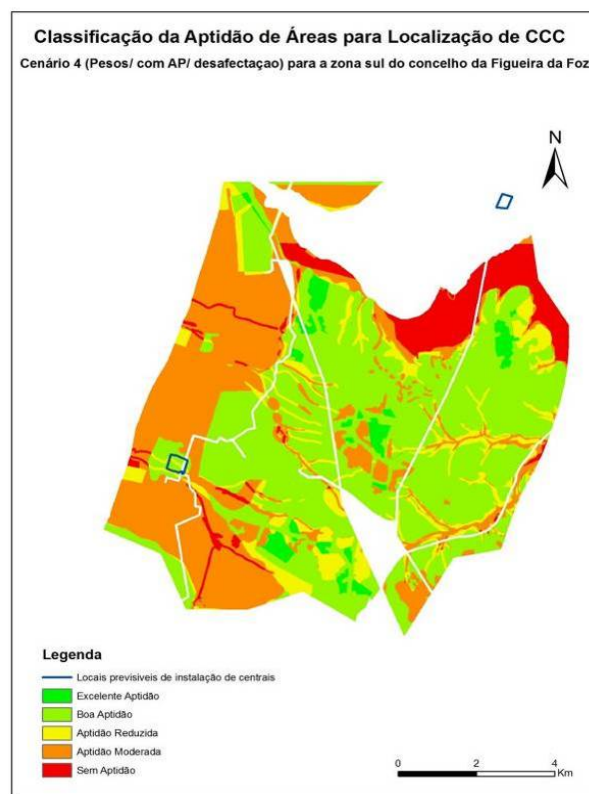
No cenário 3 verifica-se que existe uma vantagem comparativamente ao cenário 1, mais



concretamente, uma diminuição significativa de áreas Sem Aptidão (que apenas existem em algumas linhas de água e na envolvente do Rio Mondego), bem como a existência de uma área que no cenário 1 era classificada como de Aptidão Moderada, e que agora passa a ter a classificação de Boa Aptidão.



**Figura 4.15 - Fase 3 - Cenário 4 (Figueira da Foz)**



**Figura 4.16 - Fase 3 – AP do Cenário 4 (Figueira da Foz)**

No cenário 4, as alterações relativamente ao cenário 3 estão associadas á desafectação das áreas anteriormente enunciadas, mas deve no entanto referir-se que neste caso se tratam de alterações pontuais. Já no que se refere à comparação deste cenário com o cenário 2, constata-se mais uma vez que as áreas alvo de desafectação acabam por ter uma classe de aptidão mais elevada.

Relativamente ao local de implementação previsível para as duas centrais previstas refere-se que:

No que se refere à Figueira da Foz estamos perante duas situações de cariz bastante distintos:

- Relativamente à CCC de Lares - não está inserida numa área potencial dado que se trata de uma zona na foz do rio Mondego. Logo esse foi um dos critérios de exclusão aplicados na fase 2 do modelo.
- Ainda assim, é importante referir que esta CCC vai ocupar terrenos de uma unidade fabril que foi desactivada e o proponente teve de dar cumprimento a uma série de directrizes técnicas por se tratar de uma localização numa área com características hidrogeológicas muito específicas.
- Relativamente à CCC de Lavos constata-se que se a rectificação do PDM não tivesse ocorrido estaríamos a localizar uma Central numa área Sem aptidão (cenário 1) ou com Aptidão Reduzida (cenário 3). A rectificação do PDM (com desafecção da REN e dos Espaços Naturais de Protecção) incidiu exactamente na área onde será construída a central e logo passamos a ter uma localização com uma classificação de Aptidão Moderada (cenário 2) e de Boa Aptidão no caso do cenário 4.

Trata-se de uma zona de dunas secundárias mas, ainda assim, foi autorizada a construção de uma central neste local, pois a desafecção das áreas de REN e de ENP, bem como a proximidade a outras instalações industriais aí existentes foram atenuantes dos impactes associados à perda deste espaço natural. O modelo definiu que a localização da Central é num local de Boa Aptidão, mas não nos devemos esquecer dos pressupostos que levaram a que tal sucedesse.

Nas figuras 4.17 a 4.20 pretende-se ilustrar, através de imagens, como será a integração destas duas centrais na paisagem. No caso da Central de Lavos é apresentada uma fotomontagem de como ficará a CCC depois de construída, ou seja, já em funcionamento, e no caso de Lares apresenta-se uma fotografia retirada recentemente, dado que esta instalação se encontra já em fase de construção.



Figura 4.17 - Fotomontagem da CCC de Lavos (Figueira da Foz) e a sua envolvente



Figura 4.18 - Fotomontagem da CCC de Lavos (Figueira da Foz) e a sua envolvente



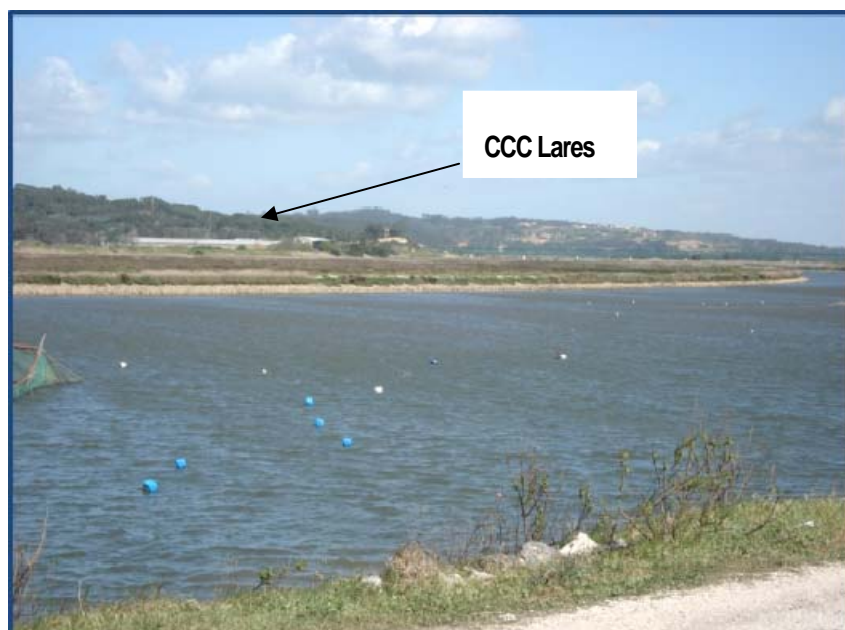


Figura 4.19 – Localização da CCC de Lares (Figueira da Foz) e a sua envolvente



Figura 4.20 – Aspecto da construção da CCC de Lares (Figueira da Foz)

Estas questões que ocorreram nestas duas áreas em estudo são apenas algumas das muitas que sucedem no nosso País e cabe a todos nós a obrigação de demonstrar a quem decide que existem instrumentos que podem definir locais viáveis sem termos de estar a colocar em causa a funcionalidade do espaço e um ordenamento do território eficaz.

#### 4.3.4.2. Sines

Os cenários estudados para Sines foram os enunciados no Quadro 4.11

**Quadro 4.11 - Cenários Estudados para Sines**

CENÁRIOS	PESOS
1	Idênticos
2	Ponderados

Tal como para a área da Figueira da Foz, também em Sines foi analisado o cenário envolvente às áreas potenciais para termos uma visão mais abrangente em termos de ordenamento do território, ou seja, estudou-se para cada cenário uma área envolvente à área potencial resultante da fase 2. Este tipo de decisão assume tanta ou mais importância, caso se venha a verificar que algumas das localizações previstas para instalação de centrais possam vir a estar inseridas numa área não elegível como potencial.

Para o cenário 1 os pesos atribuídos a cada parâmetro foram idênticos, ou seja, atribuiu-se, *à priori*, a mesma importância a cada tema. No cenário 2 os pesos atribuídos foram os indicados no quadro seguinte.

**Quadro 4.12 - Pesos atribuídos para o Cenário 2**

PARÂMETROS	PESOS ATRIBUIDOS
Áreas Industriais	0,2
Zonas Industriais e Logísticas (ZIL)	0,2
Limite Zil e Outros	0,1
Reserva Agrícola Nacional	0,2
Reserva Ecológica Nacional	0,2
Geologia	0,05
Estradas 100m	0,01
Estradas 50m	0,02
Estradas 25m	0,03

A carta de aptidão para o concelho de Sines estudada para o cenário 2 resultou da aplicação da equação (1), que se descreve seguidamente:

Carta aptidão =  $(0,2 \times \text{Áreas Industriais}) + (0,2 \times \text{Zonas Industriais e Logísticas (ZIL)}) + (0,1 \times \text{Limite Zil e Outros}) + (0,2 \times \text{Reserva Agrícola Nacional}) + (0,2 \times \text{Reserva Ecológica Nacional}) + (0,05 \times \text{Geologia}) + (0,01 \times \text{Estradas a 100 metros}) + (0,02 \times \text{Estradas a 50 metros}) + (0,03 \times \text{Estradas a 10 metros})$ .

Os valores mínimos e máximos obtidos em cada cenário apresentam-se no Quadro 4.13.

**Quadro 4.13 - Valores máximos e mínimos dos resultados para Sines**

CENÁRIOS	PESOS	VALOR MÁXIMO	VALOR MÍNIMO
1	Idênticos	22	-15
2	Ponderados	2,29	-2,25

Tal como no exemplo anterior, estes valores foram transformados numa escala entre [0 e 1], (vide Anexo 2) e categorizados em classes de aptidão de igual amplitude [excelente; boa; moderada; reduzida; sem aptidão].

Nas figuras 4.21 a 4.24 apresentam-se os resultados obtidos para os cenários estudados em Sines.

No Cenário 1 verifica-se que com excepção das zonas limítrofes localizadas a norte, oeste e sudoeste que apresentam uma Aptidão Reduzida, ou no caso da área oeste uma zona Sem Aptidão, a restante área possui uma Aptidão Moderada a Boa.

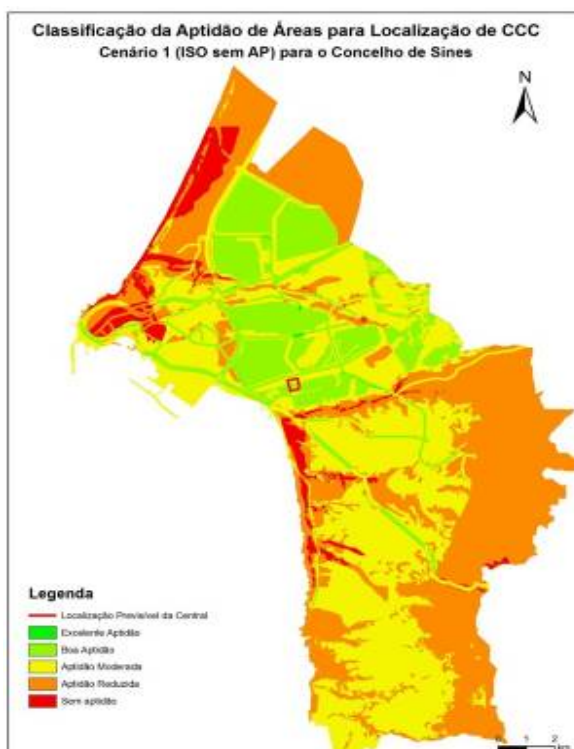


Figura 4.21 – Fase 3 - Cenário 1 (Sines)

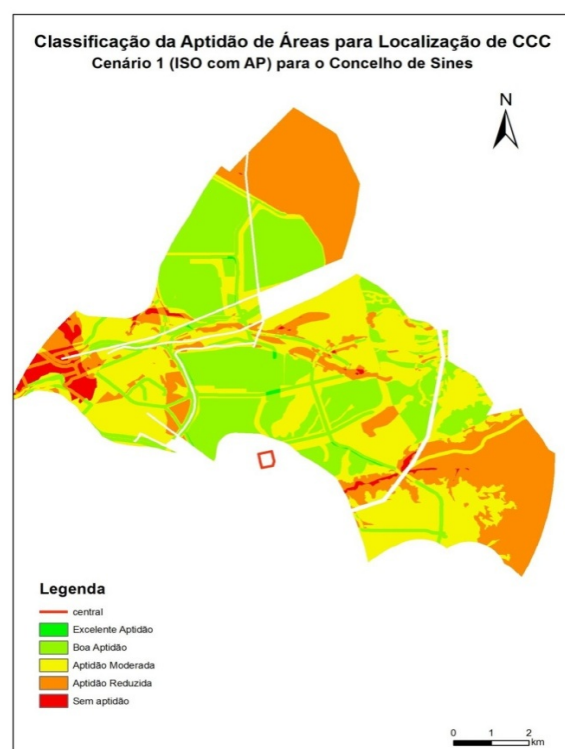


Figura 4.22 - Fase 3 – AP do Cenário 1 (Sines)

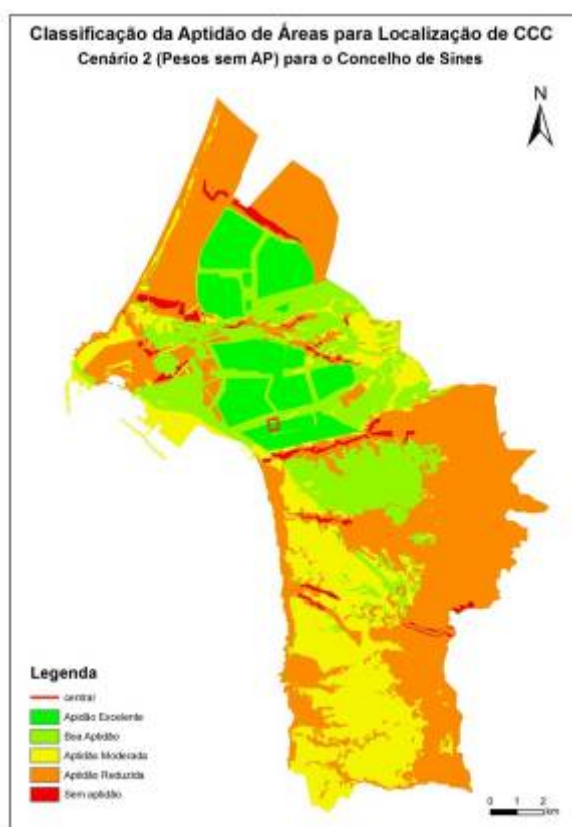


Figura 4.23 - Fase 3 - Cenário 2 (Sines)

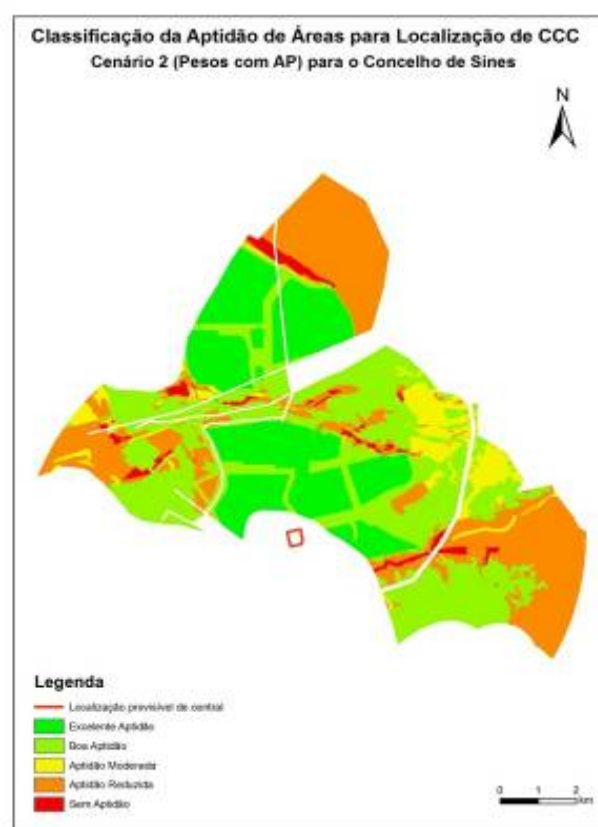


Figura 4.24 - Fase 3 – AP do Cenário 2 (Sines)

No que se refere ao Cenário 2 e comparativamente aos resultados obtidos para o Cenário 1, existe uma Aptidão Boa a Excelente em grande parte do território, continuando como excepção os pontos limítrofes atrás enunciados. Tal facto sucede por estas áreas estarem classificadas como tendo uma Aptidão Excelente e Boa se tratarem de áreas industriais ou zonas industriais e logísticas. Uma vez que este parâmetro teve um peso considerável e dado que não se verifica a ocorrência de parâmetros de valorização negativos esta área assume uma classificação bastante aceitável.

No que diz respeito à área que foi trabalhada para além da *Área Potencial*, que ocorria neste concelho, é possível constatar que em qualquer um dos cenários estas áreas apresentam uma classificação Moderada a Reduzida. Um dos aspectos que condiciona esta avaliação são as áreas de REN e RAN aí existentes, bem como, *Sítios de Interesse Comunitário*.

#### Relativamente ao local de implementação previsível para a central de Sines:

Pode referir-se que a localização previsível para a central de Sines está fora da Área Potencial resultante da aplicação da fase 2 do modelo.

Esta área não foi considerada como elegível por causa do factor de exclusão *Factores Naturais*, mais concretamente pelo facto do local se localizar no limite da área do SIC do Litoral Alentejano. Ainda assim, constata-se que a área em causa se trata de uma área industrial o que levanta uma questão muito vulgar em termos de ordenamento do território, o velho problema da falta de interligação entre os vários instrumentos de planeamento.

A legislação refere que se as áreas industriais já existissem antes de ser definido o SIC nada poderá ser feito a não ser um processo de avaliação de impacte ambiental mais rigoroso.

Quem trabalha diariamente com instrumentos de planeamento emitidos por uma entidade de tutela ou por entidades diferentes sabe que este problema é uma constante. A Central localiza-se aproximadamente a 400 metros da *Área Potencial* definida pelo modelo e ficará localizada no limite da SIC em causa.

A título ilustrativo apresenta-se, na figura 4.25 uma adaptação de informação retirada do EIA relativo à CCC de Sines, em que se ilustra a uso do solo na área de localização prevista para a central de Sines, bem como na sua imediata envolvente.





Figura 4.25 - Uso do solo existente na zona da CCC de Sines e na sua envolvente  
(Adaptado EIA da CCC de Sines, Profico 2008)

## 5. CONCLUSÕES

A presente dissertação pretende demonstrar a importância do desenvolvimento do modelo SIG para a selecção de locais de Centrais de Ciclo Combinado. Com efeito, o presente modelo SIG fornece uma nova metodologia e uma ferramenta para a selecção de locais instalações deste tipo de infra-estruturas. Este modelo SIG é um passo em frente nos estudos de selecção de locais para centrais de ciclo combinado dado que até ao momento não se tem conhecimento de nenhum trabalho desenvolvido especificamente nesta temática.

A metodologia apresentada permitiu:

- uma avaliação da aptidão do meio à instalação de uma Central de Ciclo Combinado (CCC)
- Fomentar a selecção dos locais com base em critérios científicos
- Tornar o processo de selecção reproduzível para diferentes cenários de localização
- Contribuir para a eficácia e sucesso do processo de AIA subsequente
- Validar ou aferir sobre a adequabilidade de locais já definidos e contribuir para a adopção de medidas de mitigação em termos de ordenamento do território e desenvolvimento sustentável

Os aspectos mais relevantes deste modelo são os enunciados em seguida.

- O desenvolvimento do modelo SIG para a selecção de locais para a instalação de centrais preenche os requisitos legislativos e ambientais, ao mesmo tempo que procura eliminar a subjectividade patente nos métodos convencionais de selecção de locais.
- O modelo SIG proporciona uma metodologia e uma ferramenta para a selecção de locais mais adequados em termos de ordenamento do território para incluir uma infra-estrutura CCC, sem por em causa a funcionalidade do espaço
- O modelo permite que as autoridades competentes possam conduzir o seu próprio processo de selecção.
- O modelo SIG facilita a produção de mapas e cenários, o que ajuda a que o público perceba e aceite melhor o processo.

- O modelo SIG fornece um sistema automático para a análise das "áreas residuais" e adiciona uma abordagem dinâmica a esta problemática;
- O modelo SIG só pode ser eficaz com "datasets" disponíveis e rigorosos. A fiabilidade do "output" melhora à medida que novos dados, mais rigorosos, são disponibilizados.
- O modelo SIG demonstra que, se esta ferramenta for devidamente utilizada pelos mais variados profissionais e pelos organismos da tutela, talvez se possam evitar muitos constrangimentos no desenvolvimento territorial, no ordenamento do espaço e na funcionalidade do mesmo.



## Bibliografia

- ALLEN, A.; BRITO, M. G.; CAETANO, P. S.; COSTA, C. N.; CUMMINS, V.; DONNELLY, J.; FERNANDES, C.; KOUKOULAS, S.; O'DONNELL, V.; ROBALO, C.; VENDAS, D. F. (2002) – Procedure for the Location of Landfill Sites using a GIS Model. In: van Rooy, J.L.; Jermy, C.A (Eds.), Proceed. IAEG 9th Congress "Engineering Geology for Developing Countries", Durban, ISBN nr. 0-620-28559-1, pp. 2704-2713.
- ALLEN, A.R.; BRITO, G.; CAETANO, P.; COSTA, C; CUMMINS, V; DONNELLY, J.; FERNANDES, C; KOUKOULAS, K.; O'DONNELL, V.; ROBALO, C. & VENDAS, D. (2001) "The Development of a GIS Model for the Location of Landfill Sites in Ireland and Portugal. Final Project Report. Project ref. n.º EA B1IRE nº215, INTERREG-IIC - nº 2.15, 194 p.
- BAGCHI, A. (1994) - "Design, Construction and Monitoring of Landfills". 2nd. New York: John Wiley & Sons, Inc., pp. 7-19.
- BRITO, G.; AVILLEZ, G.; COSTA, C. & RYDIN, C. (2001) "Assesment of Industrial Environmental Impacts Using GIS" 3rd BGS Geoenvironmental Engineering Conference, Edinburgh.
- BURROUGH, P. A. (1986) - "Principies of Geographical Systems for Land Resources Assessment". New York, Oxford University Press.
- CAETANO, P. S.; COSTA, C. N.; BRITO, M. G.; VENDAS, D. F.; VERDIAL, P. H. (2005) – Aplicação de modelo de SIG na selecção de sítios para infraestruturas de tratamento de resíduos industriais perigosos. Actas II Congresso Ibérico de Aterros Sanitários, Málaga
- CANTWELL, R. (1999) - "Putting Data to work - GIS and Site Selection Studies for Waste Management Facilities". EUROGISE 1999 Conference Proceedings, pp. 115-125.
- Câmara Municipal da Figueira da Foz (1994) - "Plano Director Municipal"
- Câmara Municipal da Figueira da Foz (1994) - "Plano Director Municipal - Regulamento "
- Câmara Municipal da Figueira da Foz (1999) - "Plano Director Municipal – Alteração de Pormenor"
- Câmara municipal de Sines (1992) - "Plano Director Municipal"

- Câmara municipal de Sines (1992) - "Plano Director Municipal – Regulamento ”
- Centrais de Gás Térmicas, Una Vision General, Idom/Faustino Guillen Minguito, 2008
- COSTA, C. N.; ALLEN, A.; BRITO, M. G.; CAETANO, P. S.; CUMMINS, V.; DONNELLY, J.; KOUKOULAS, S.; O'DONNELL, V.; ROBALO, C. & VENDAS, D. F. (2003) – Modelo SIG para a Selecção de Locais para Aterros de Resíduos. Finisterra, Lisboa, vol. XXXVIII, 75, pp. 85-99.
- COSTA, C. N.; CAETANO, P. S.; VENDAS, D. F.; VERDIAL, P. H. & BRITO, M. G. (2005) – Evaluation of abandoned mining areas suitability for hazardous waste landfill site selection. Proceed. 14th European Colloquium Theoretical Quantitative Geography, Tomar, 10 p.
- Dados de Ciclos combinados com caldeiras de recuperação, Alstom Power 2006
- Decreto-Lei n.º 29/2006, de 15 de Fevereiro Decreto-Lei n.º 29/2006, de 15 de Fevereiro, que estabeleceu as bases da organização e do funcionamento do sector da electricidade
- Estudo de Impacte Ambiental da Central de Ciclo Combinado da GALP POWER em S. Torpes, Profico, 2008
- Estudo de Impacte Ambiental da Central Termoelétrica da Figueira da Foz, IDOM 2006
- Fundamentos de Informação Geográfica
- <http://www.iambiente.pt/atlas/est/index.jsp>
- <http://portal.icnb.pt/ICNPortal/vPT2007/Valores+Naturais/Informação+Geográfica/>
- <http://portal.icnb.pt/ICNPortal/vPT2007/Valores+Naturais/Informação+Geográfica/>
- <http://portal.icnb.pt/ICNPortal/vPT2007/Valores+Naturais/Informação+Geográfica/>
- <http://www.centrodeinformacao.ren.pt/PT/InformacaoTecnica/Paginas/MapaRNTGeoreferenciado.aspx>
- <http://www.estradasdeportugal.pt/>
- <http://www.iambiente.pt/atlas/est/index.jsp>
- [http://www.igeo.pt/produtos/cadastro/caop/caop\\_vigor.htm](http://www.igeo.pt/produtos/cadastro/caop/caop_vigor.htm)
- Motor de busca avançada <http://www.google.pt>
- <http://www.revistaespacios.com/a05v26n02/05260203.html>
- [http://en.wikipedia.org/wiki/Thomas\\_Saaty](http://en.wikipedia.org/wiki/Thomas_Saaty)

- <http://paginas.fe.up.pt/~mam/dec&ind.pdf>
- [http://www.liacc.up.pt/~amjorge/Aulas/madsad/sad/sad\\_Aula\\_4\\_2003\\_dmc\\_ahp.pdf](http://www.liacc.up.pt/~amjorge/Aulas/madsad/sad/sad_Aula_4_2003_dmc_ahp.pdf)
- [http://www.egi.ua.pt/cursos\\_2004/files/SAD/AHP.pdf](http://www.egi.ua.pt/cursos_2004/files/SAD/AHP.pdf)
- <http://geodinamica.no.sapo.pt>
- NETO, P. L. (1998) - "Sistemas de Informação Geográfica"
- Projecto da Central de Ciclo Combinado de Sines, IDOM 2007;
- Projecto da Central de Ciclo Combinado da Figueira da Foz, IDOM 2006
- Resolução de Conselho de ministros 42/94, de 18 Julho, define alteração de PDM da Figueira da Foz na Zona entre Lavos e Leirosa
- ROCHA, J.S. - "As cheias em Portugal", in Simpósio Catástrofes Naturais, Ordem dos Engenheiros, Lisboa, 1993.
- ZBYSZEWSKI, G.; VEIGA FERREIRA, O.; MANUPELLA, G.; ASSUNÇÃO, C. T. (1965) - "Carta Geológica de Portugal na escala 1:50 000, Folha 42-C, Santiago do Cacém. Serviços Geológicos de Portugal, Lisboa.
- ZBYSZEWSKI, G.; VEIGA FERREIRA, O.; MANUPELLA, G.; ASSUNÇÃO, C. T. (1965) - "Carta Geológica de Portugal na escala 1:50 000, noticia explicativa da Folha 42-C, Santiago do Cacém. Serviços Geológicos de Portugal, Lisboa.
- ZBYSZEWSKI, G.; VEIGA FERREIRA, O.; MANUPELLA, G.; ASSUNÇÃO, C. T. (1965) - "Carta Geológica de Portugal na escala 1:50 000, Folha 19-A, Figueira da Foz. Serviços Geológicos de Portugal, Lisboa.
- ZBYSZEWSKI, G.; VEIGA FERREIRA, O.; MANUPELLA, G.; ASSUNÇÃO, C. T. (1965) - "Carta Geológica de Portugal" na escala 1:50 000, notícia explicativa da Folha 19-A, Figueira da Foz. Serviços Geológicos de Portugal, Lisboa.

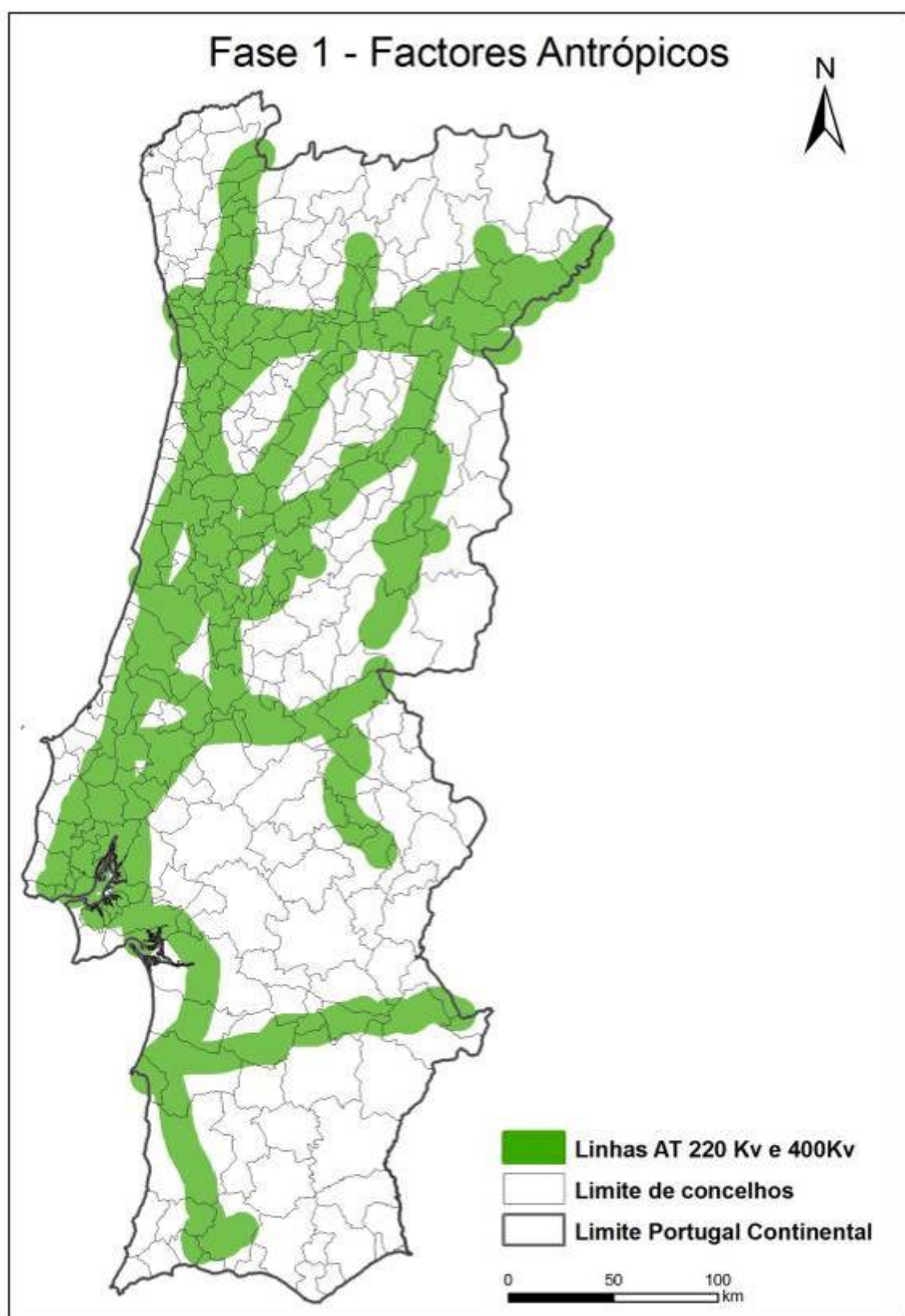
**ANEXOS**

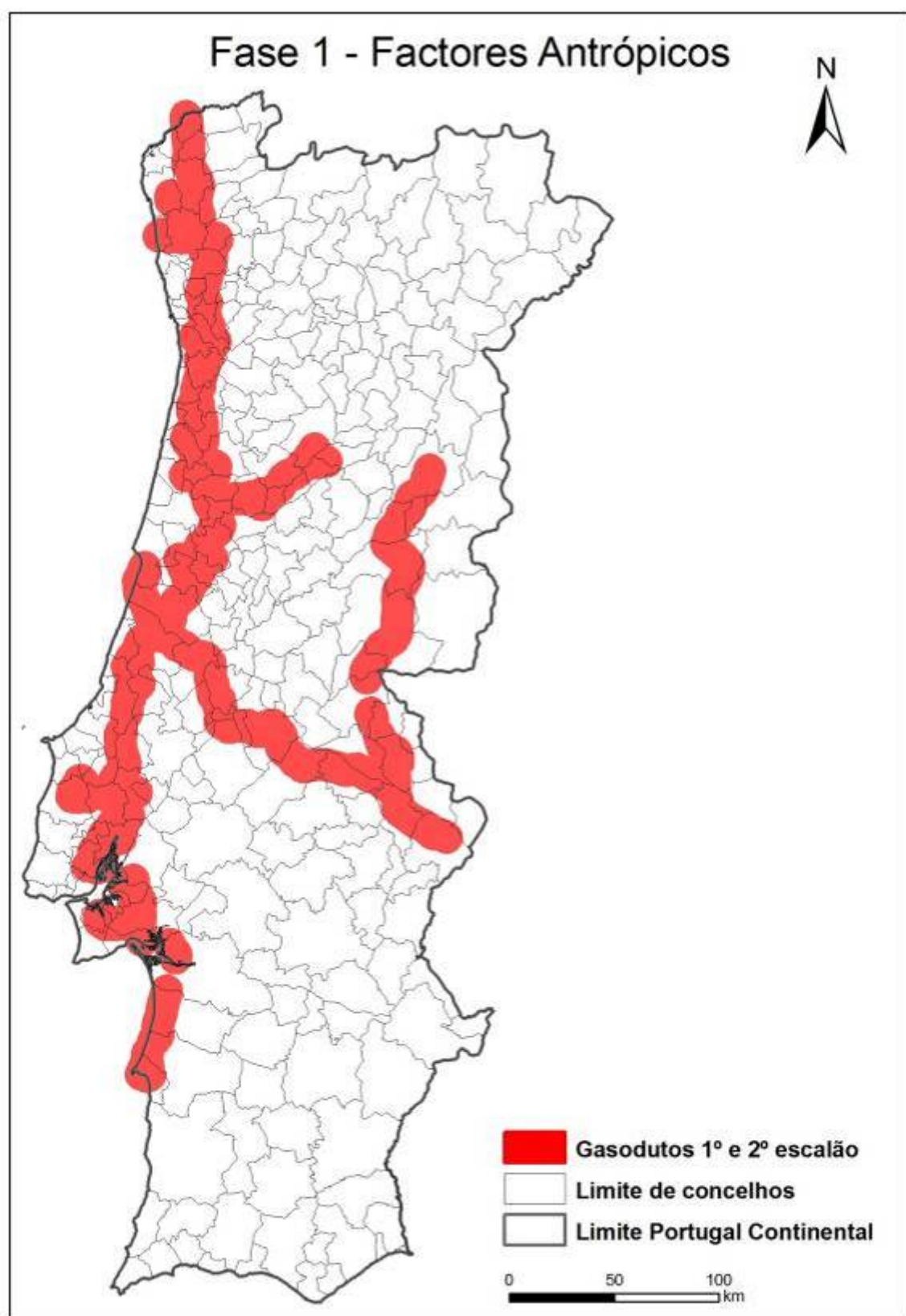
## **ANEXO 1**

### **Mapas resultantes da aplicação do modelo SIG**

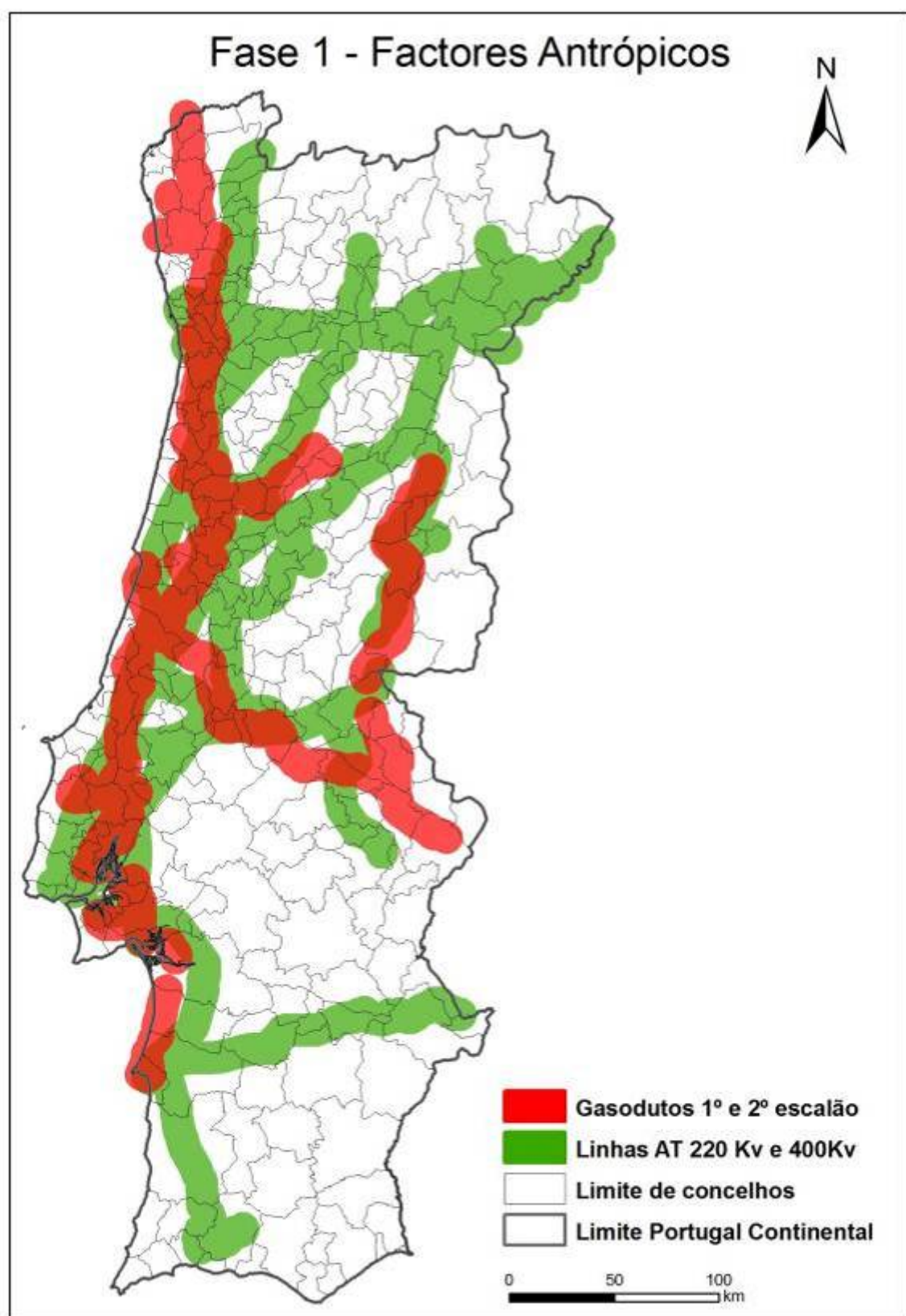
## **ANEXO 1.1**

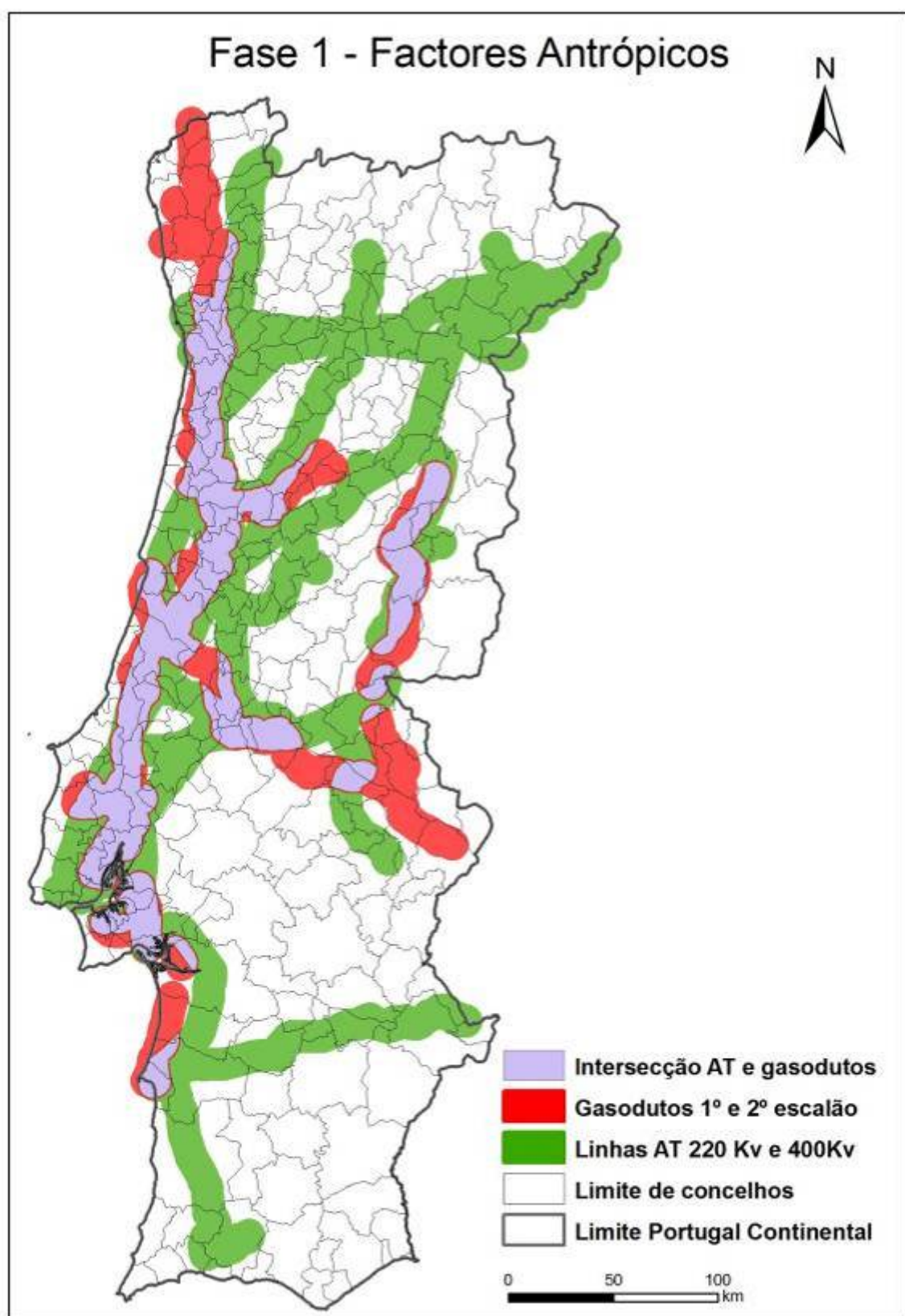
### **Mapas resultantes da aplicação do modelo SIG para a Fases 1**

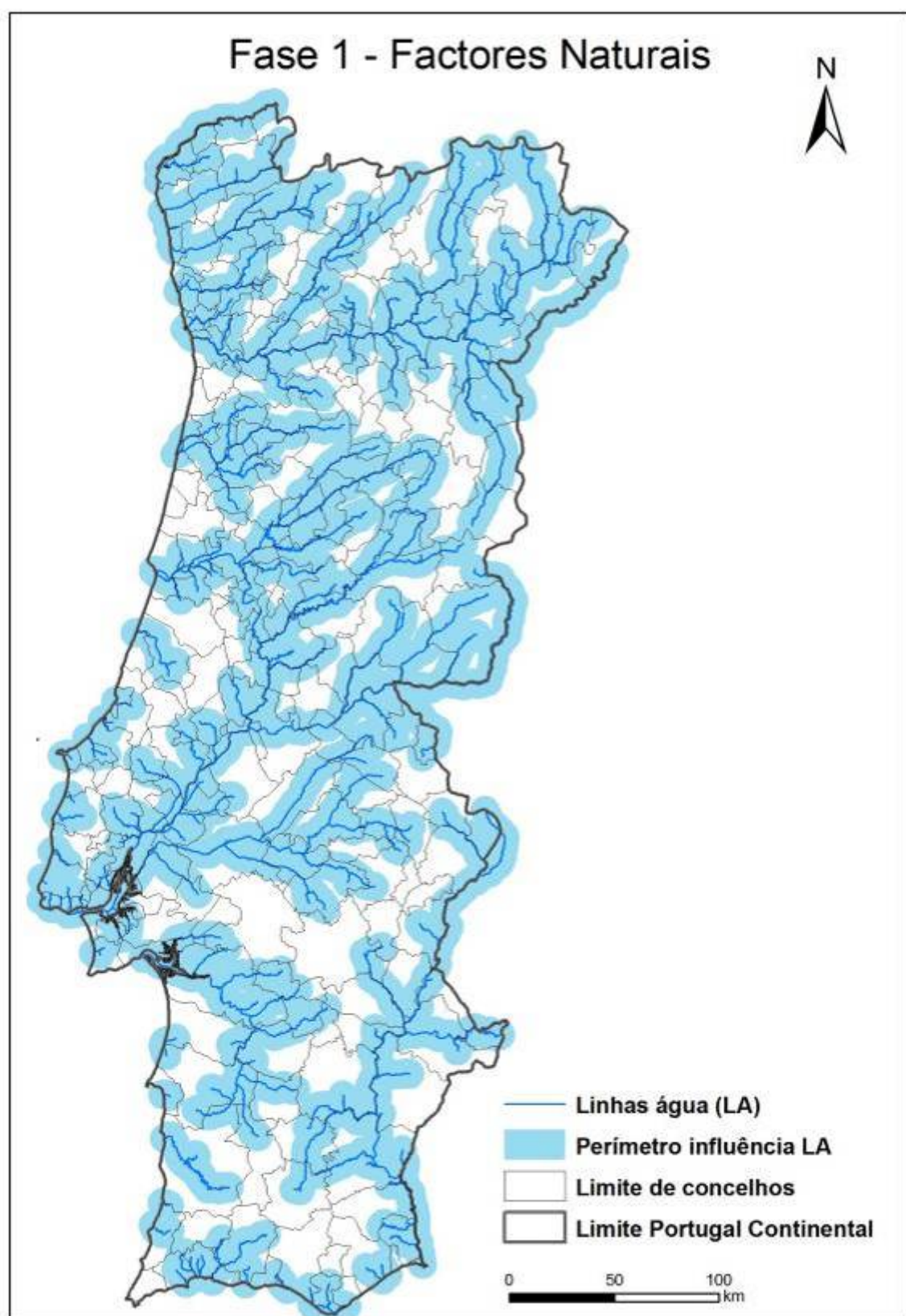




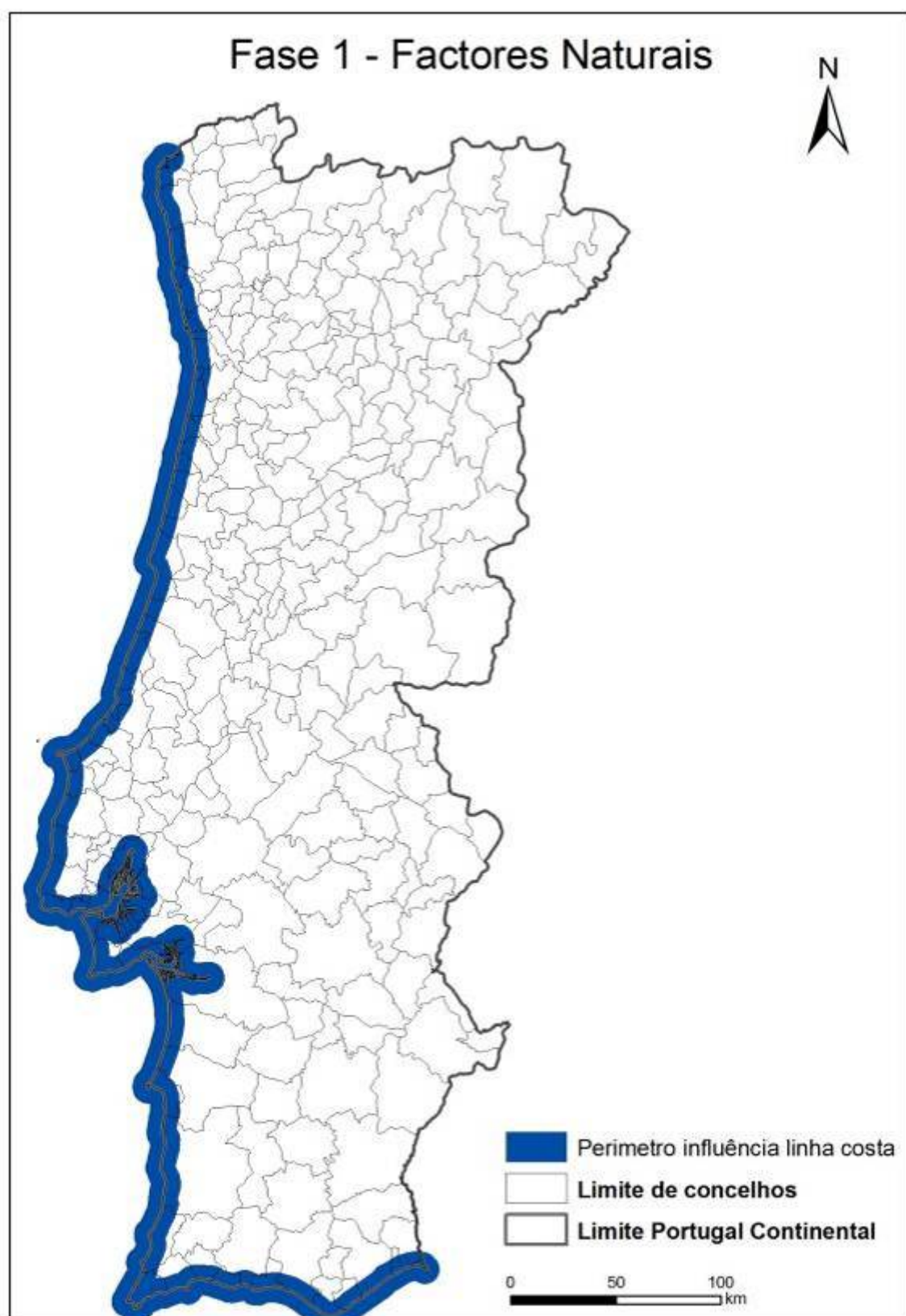


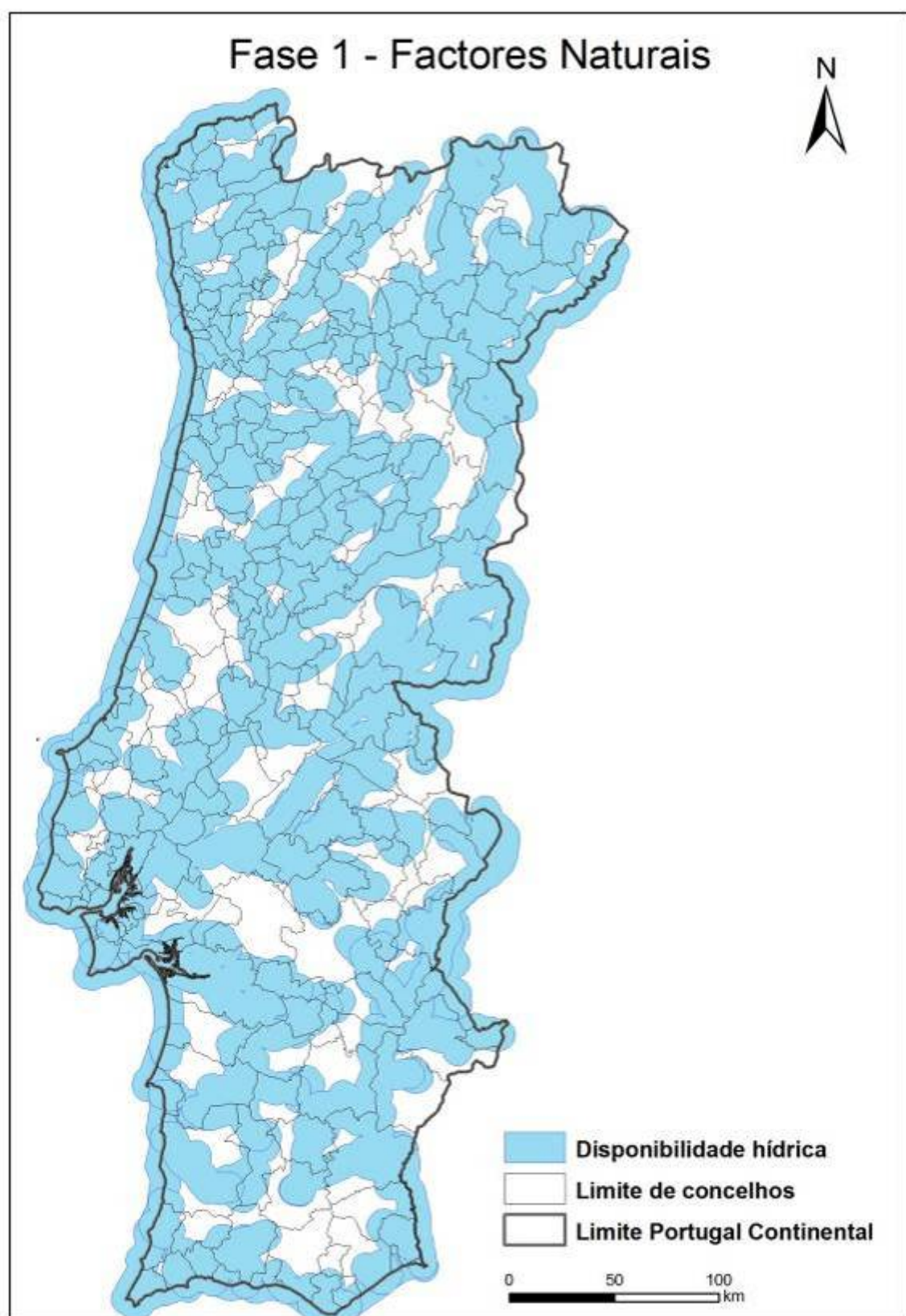


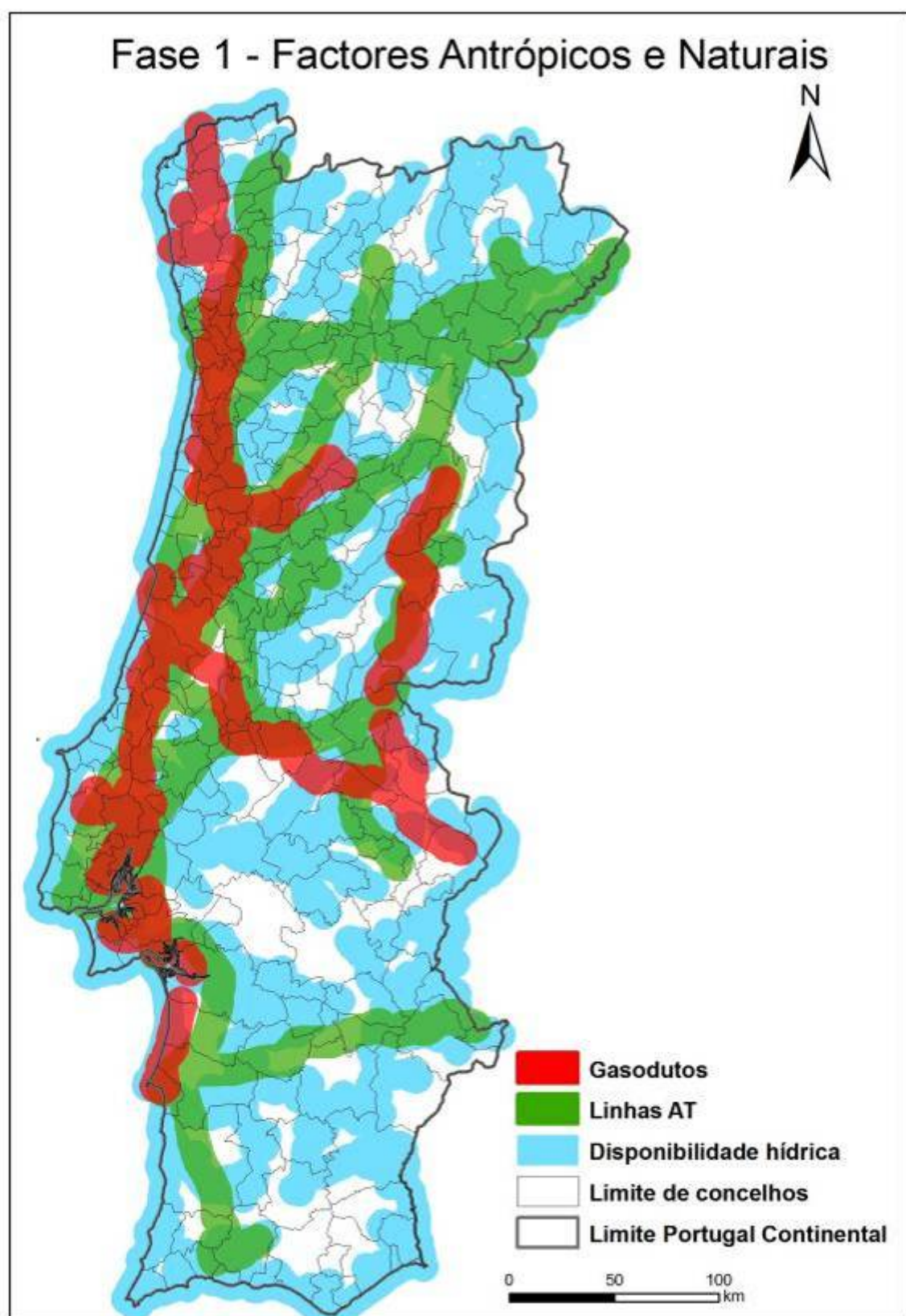




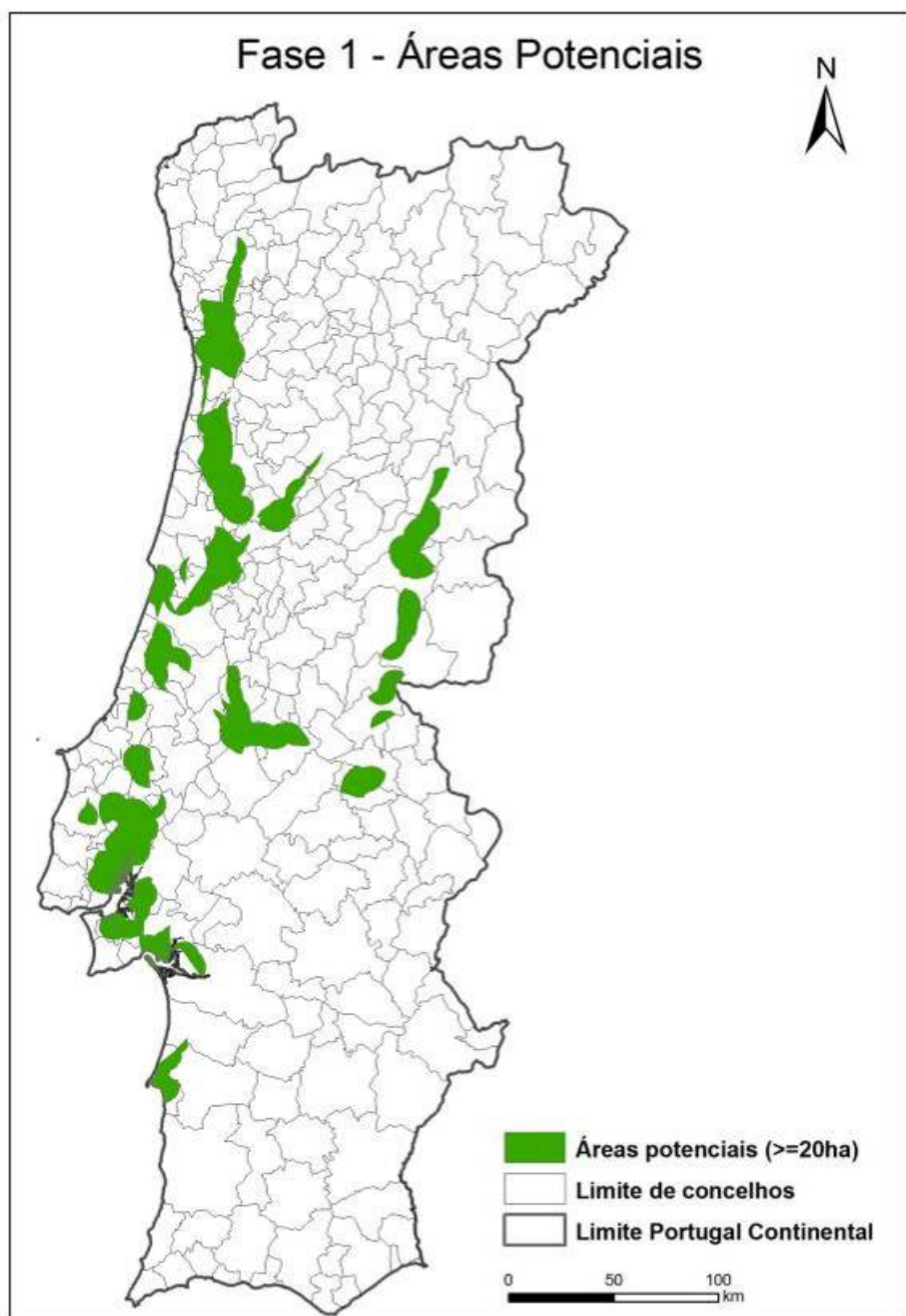








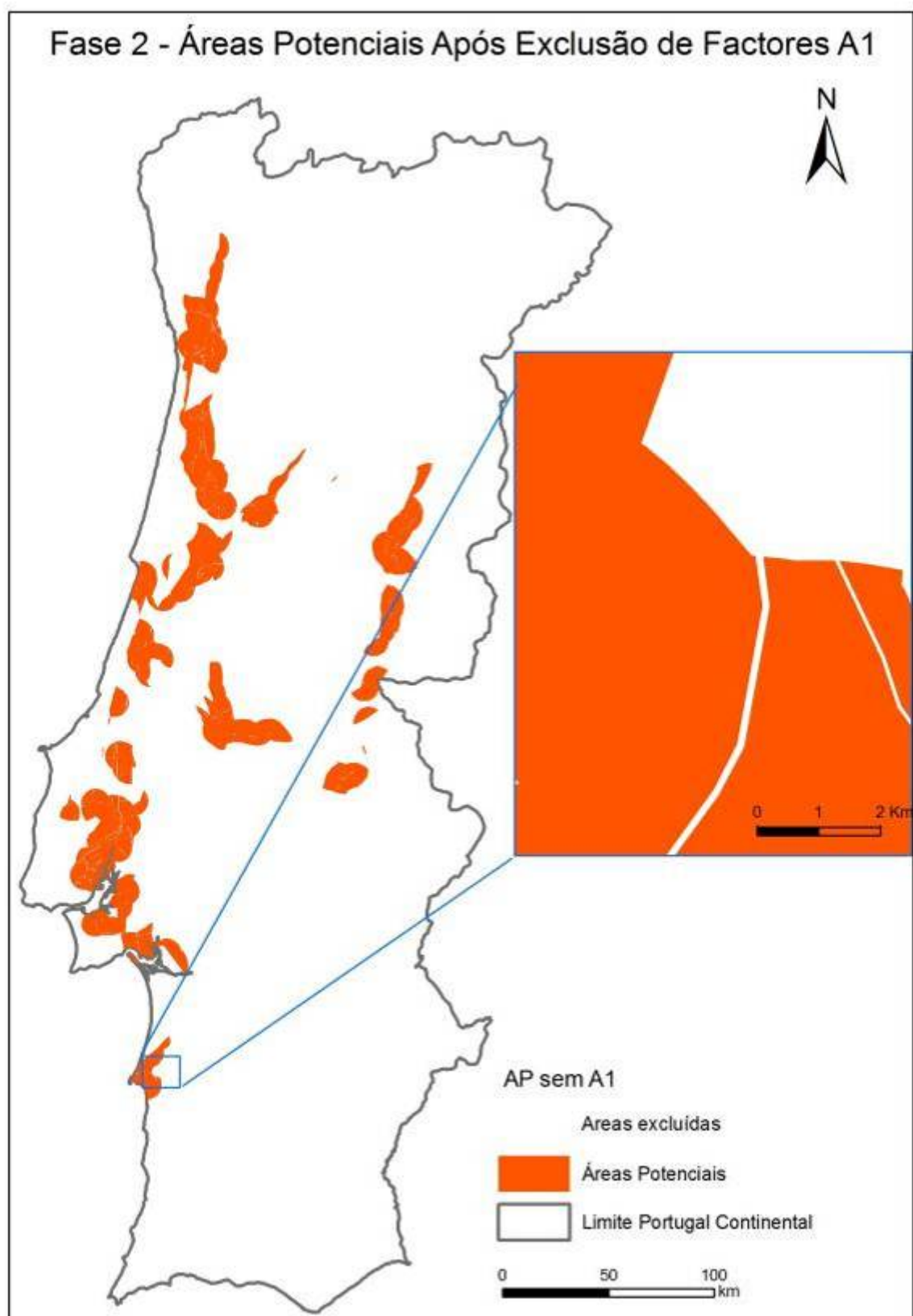


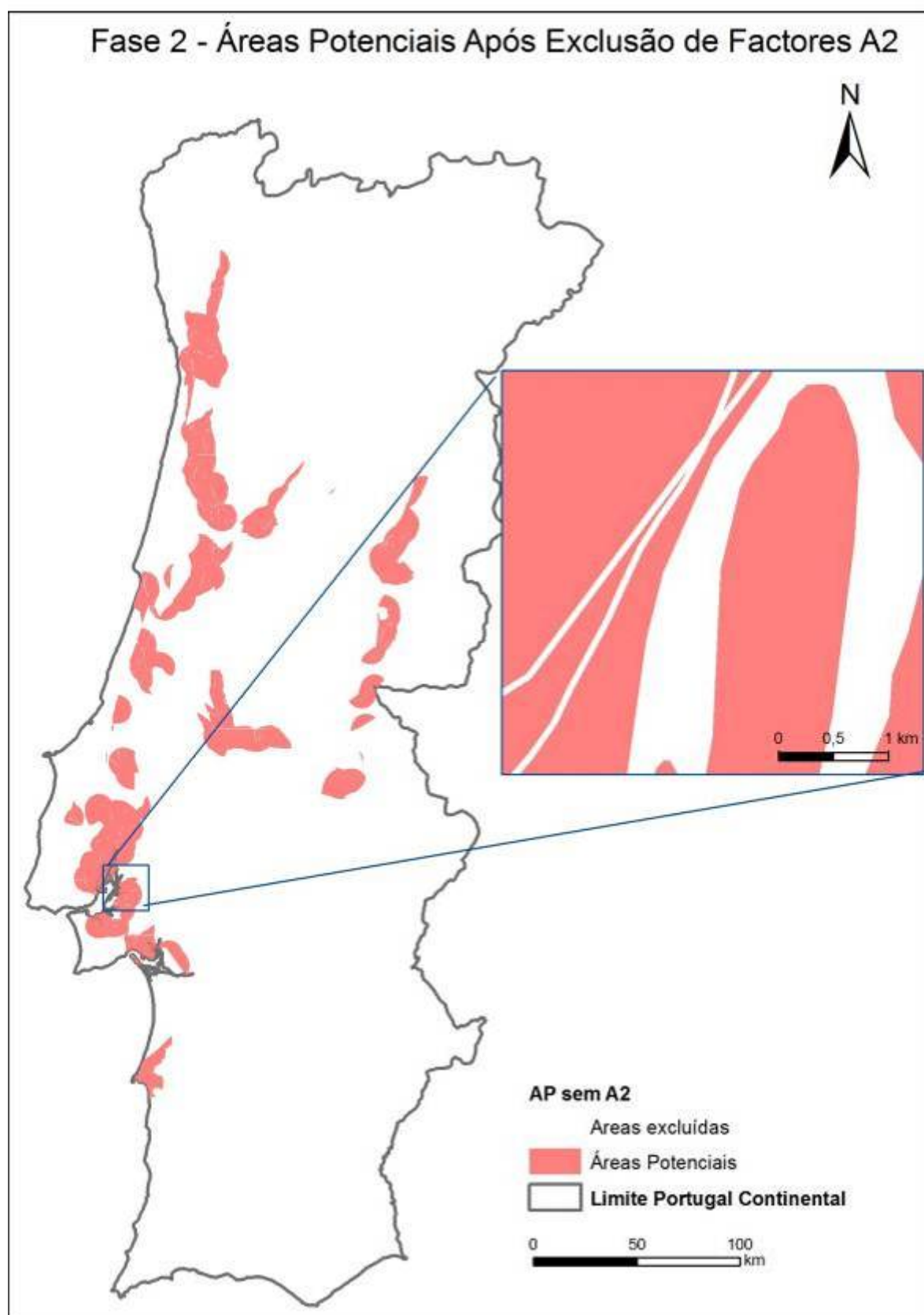


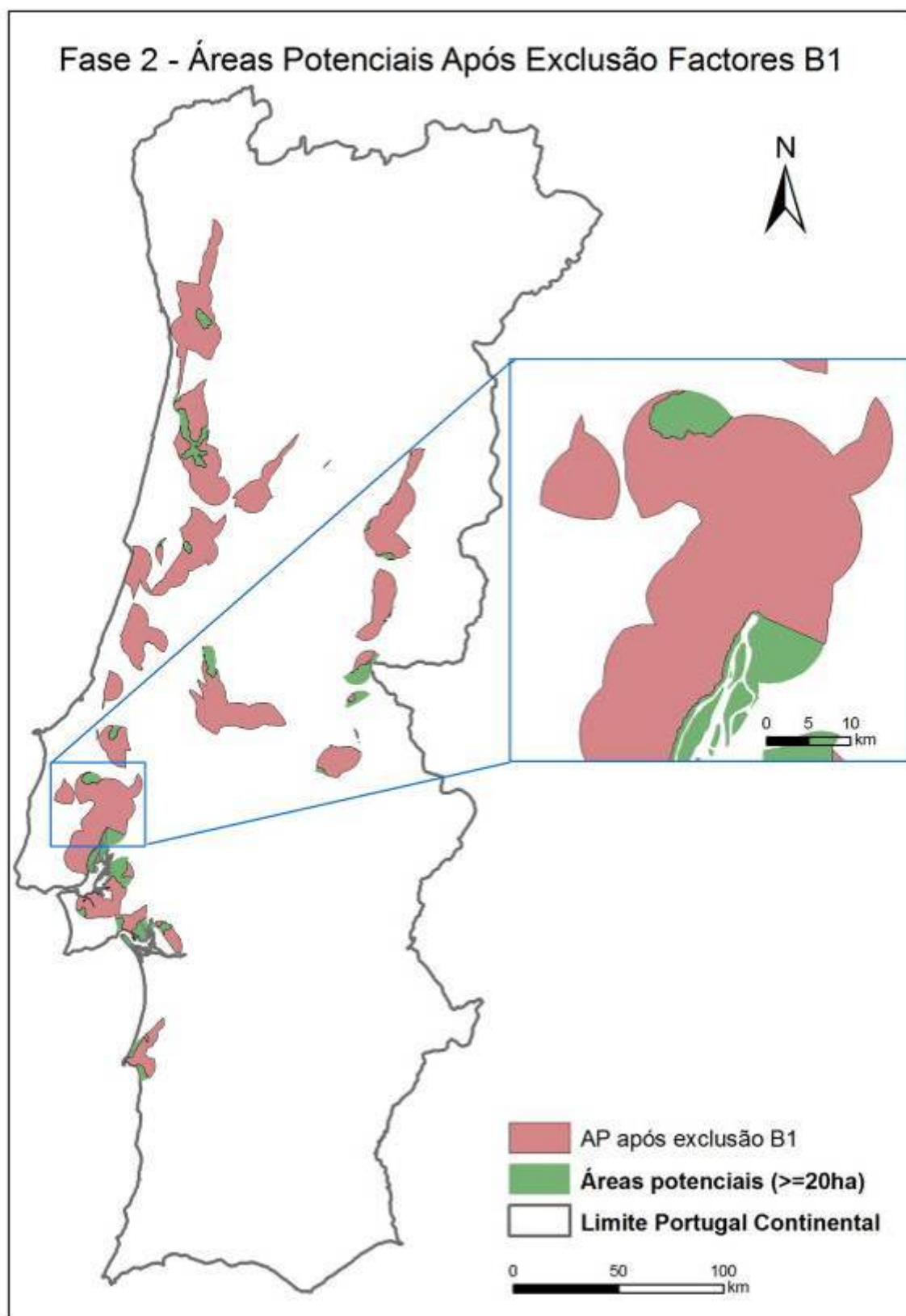
## **ANEXO 1.2**

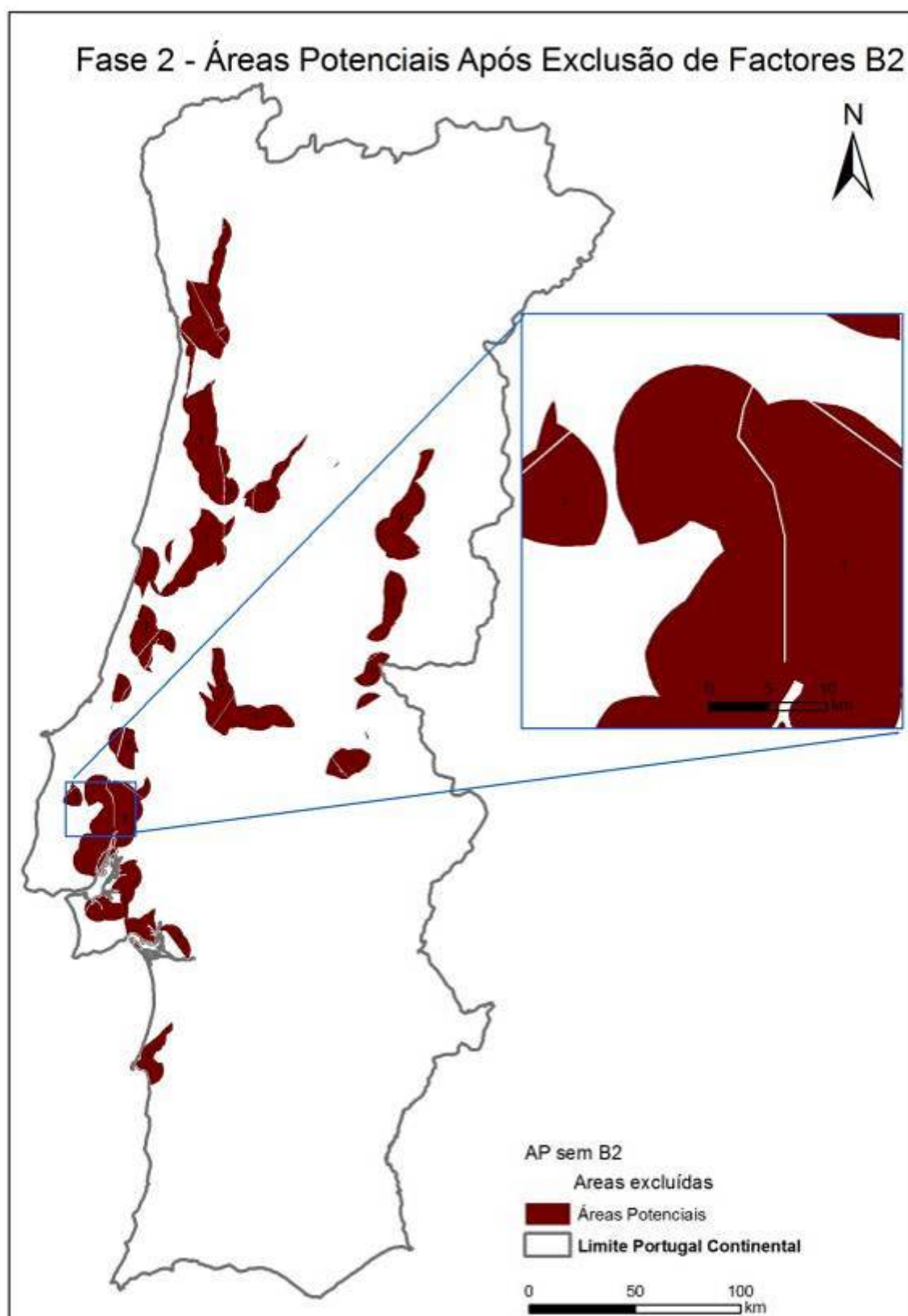
### **Mapas resultantes da aplicação do modelo SIG para a Fases 2**

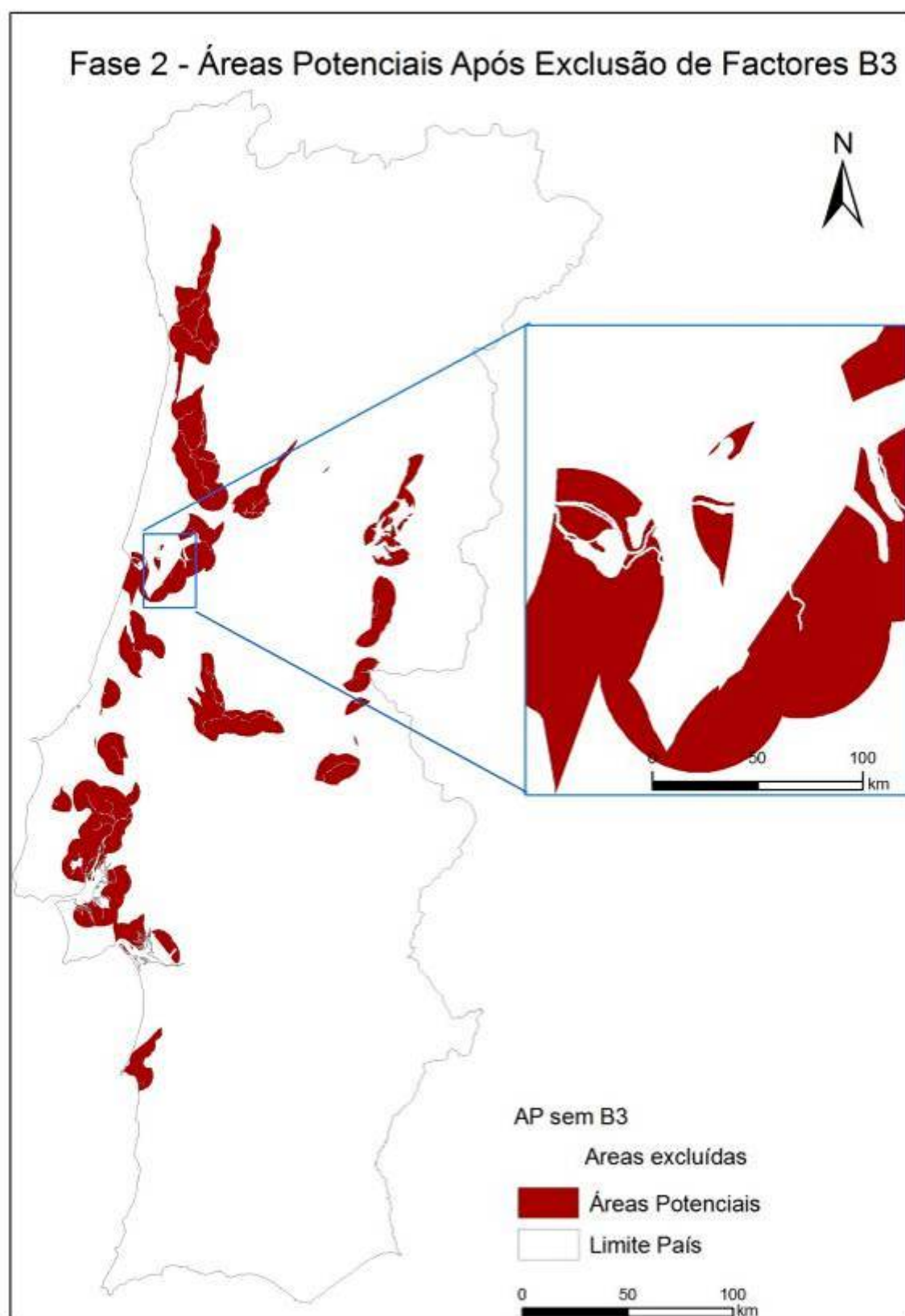




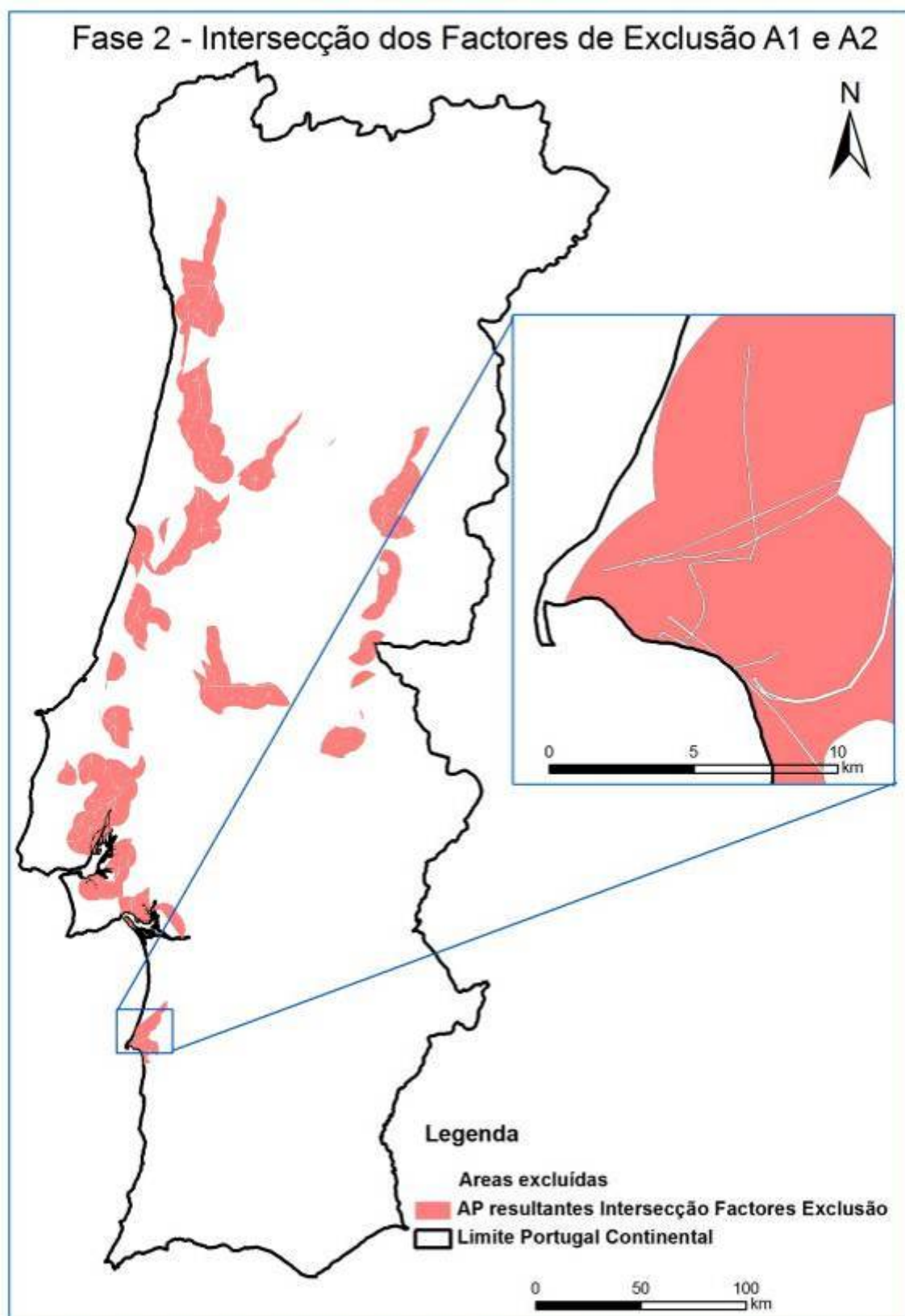


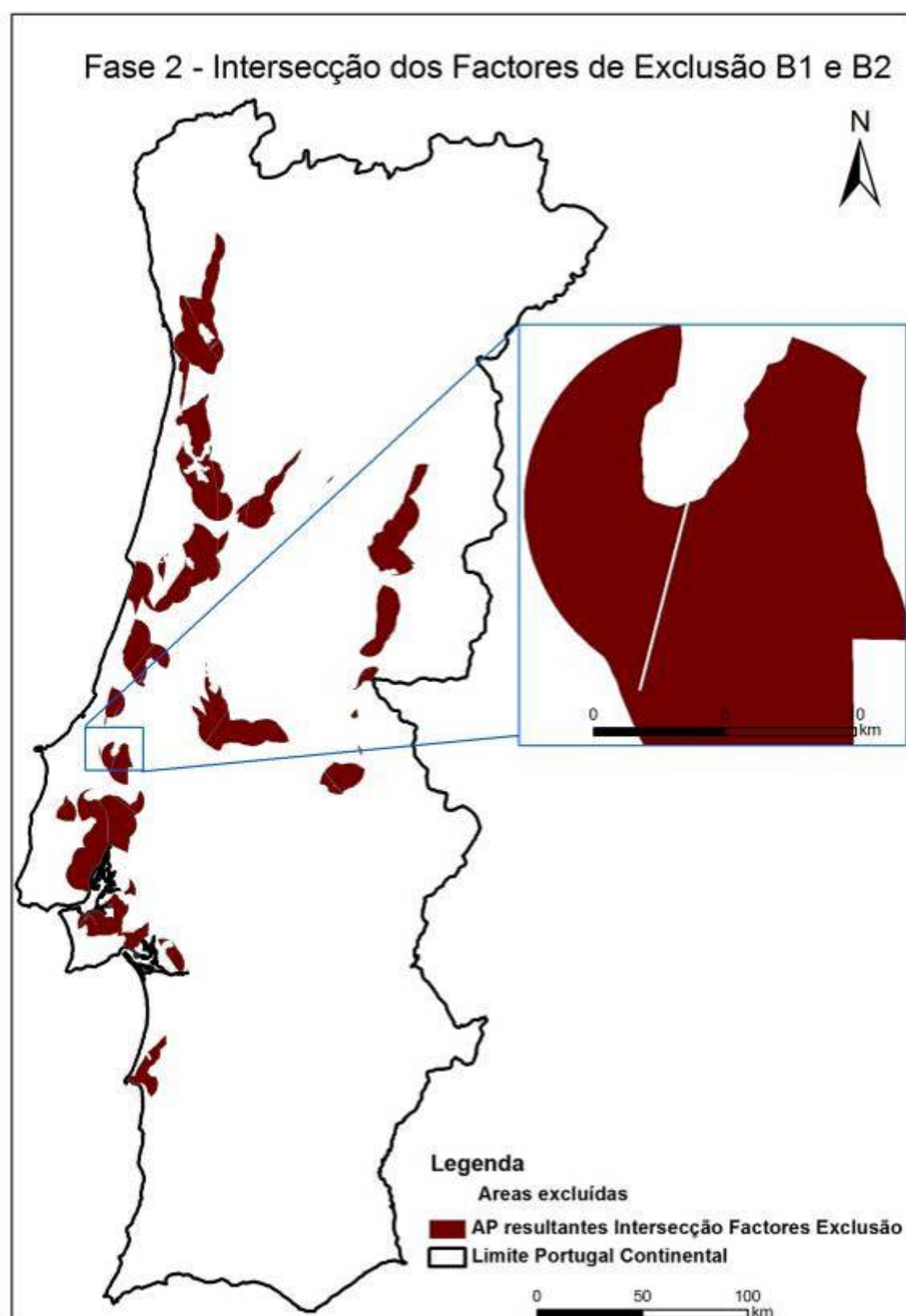


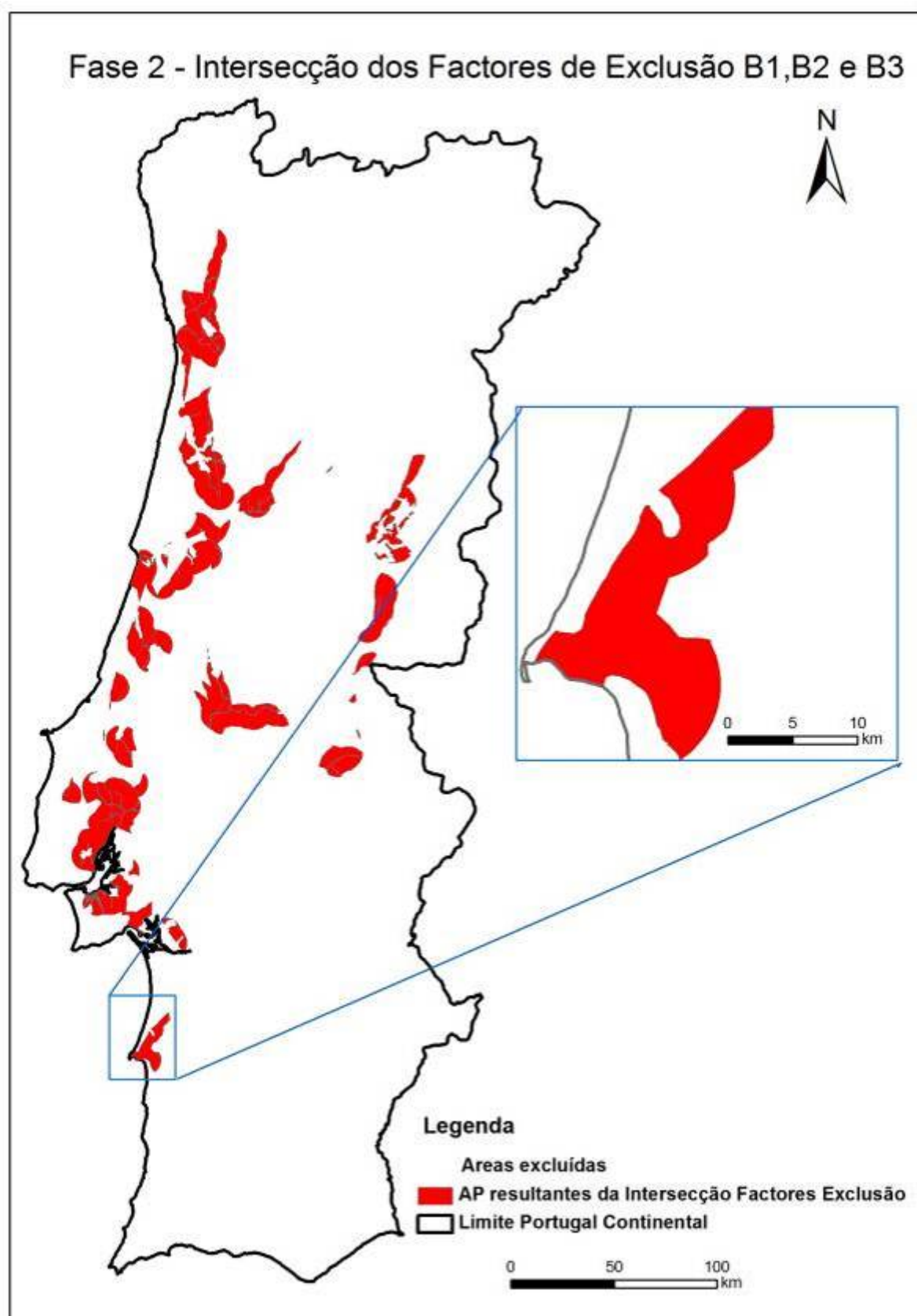




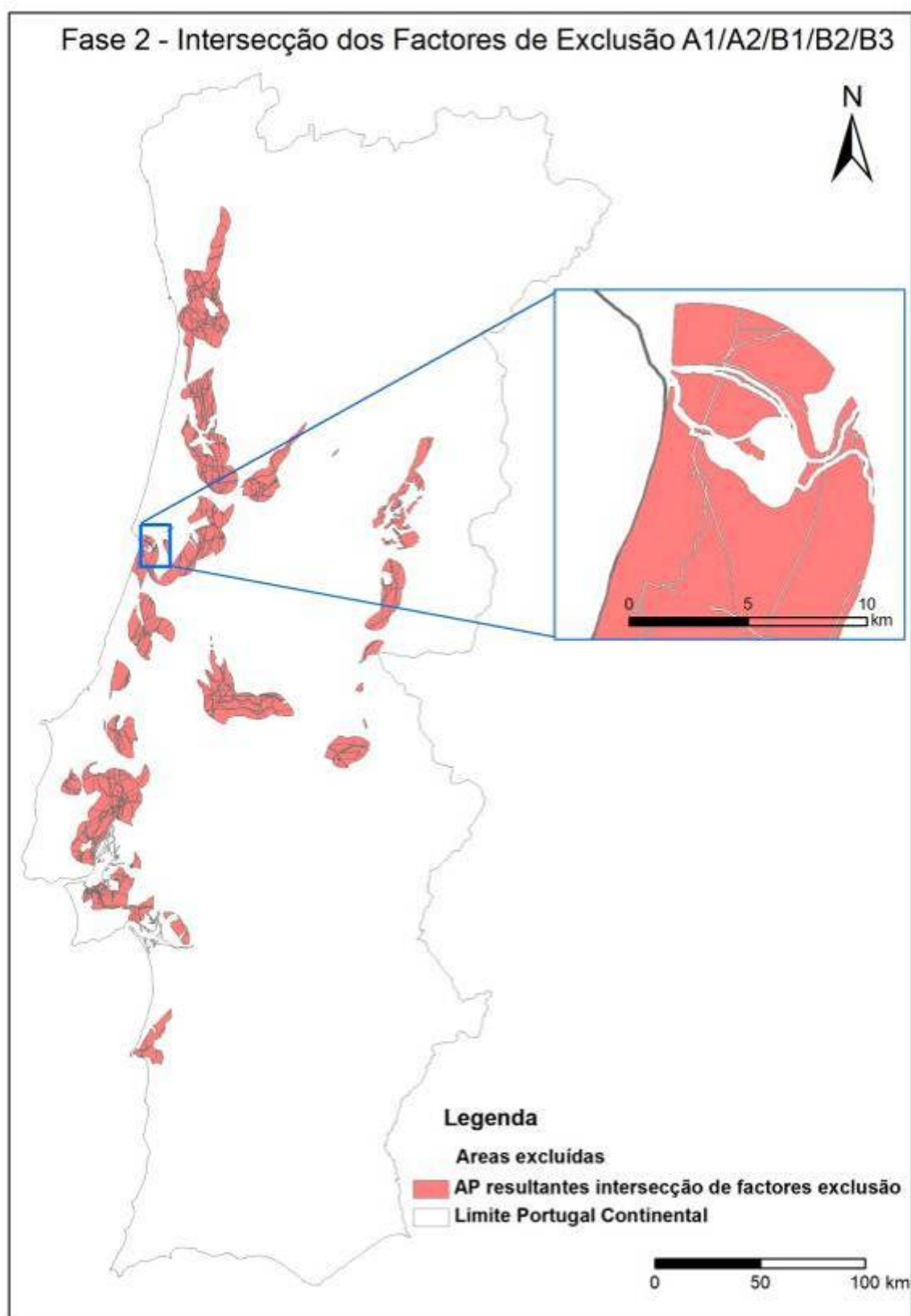


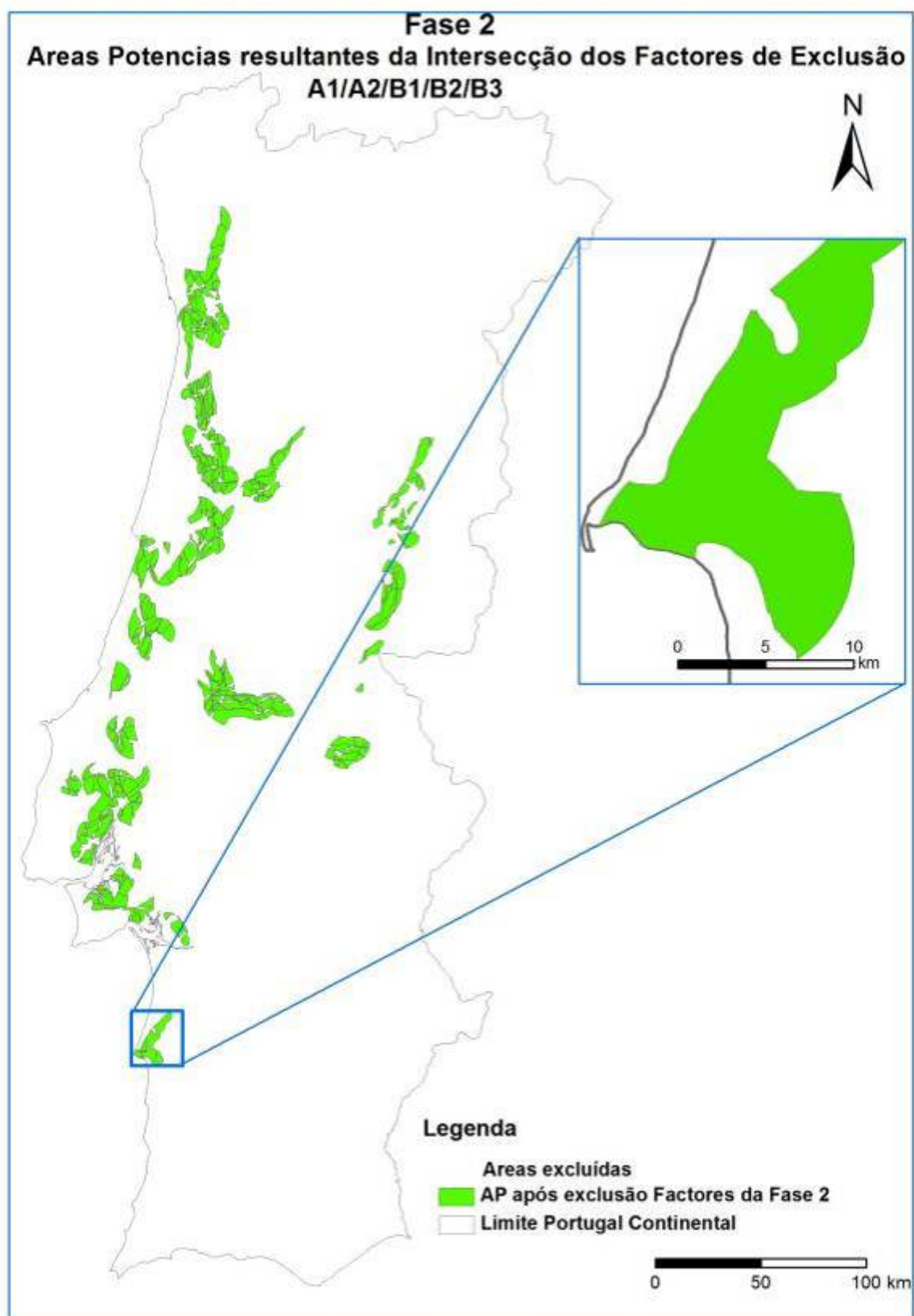








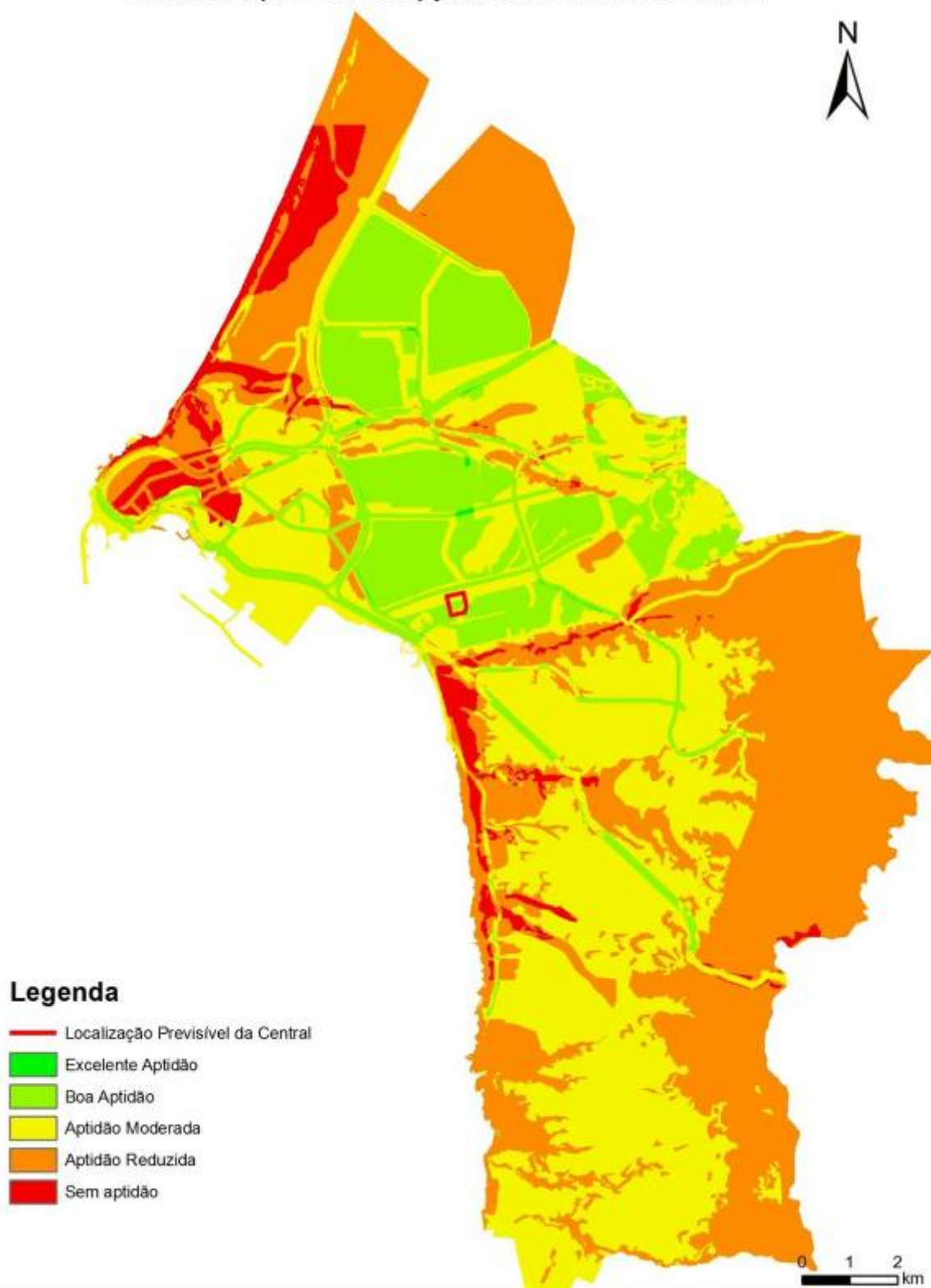




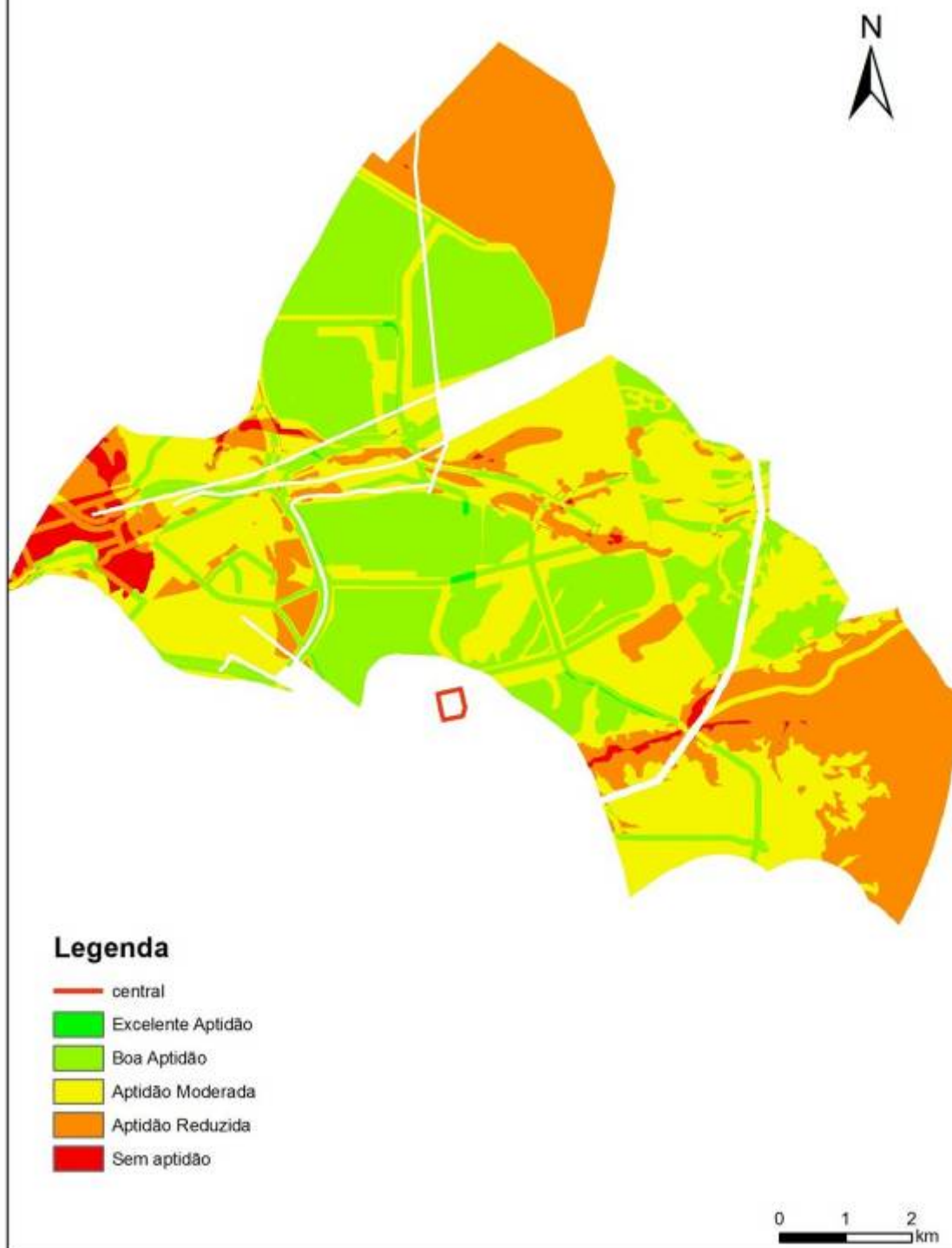
## **ANEXO 1.3**

### **Mapas resultantes da aplicação do modelo SIG para a Fase 3**

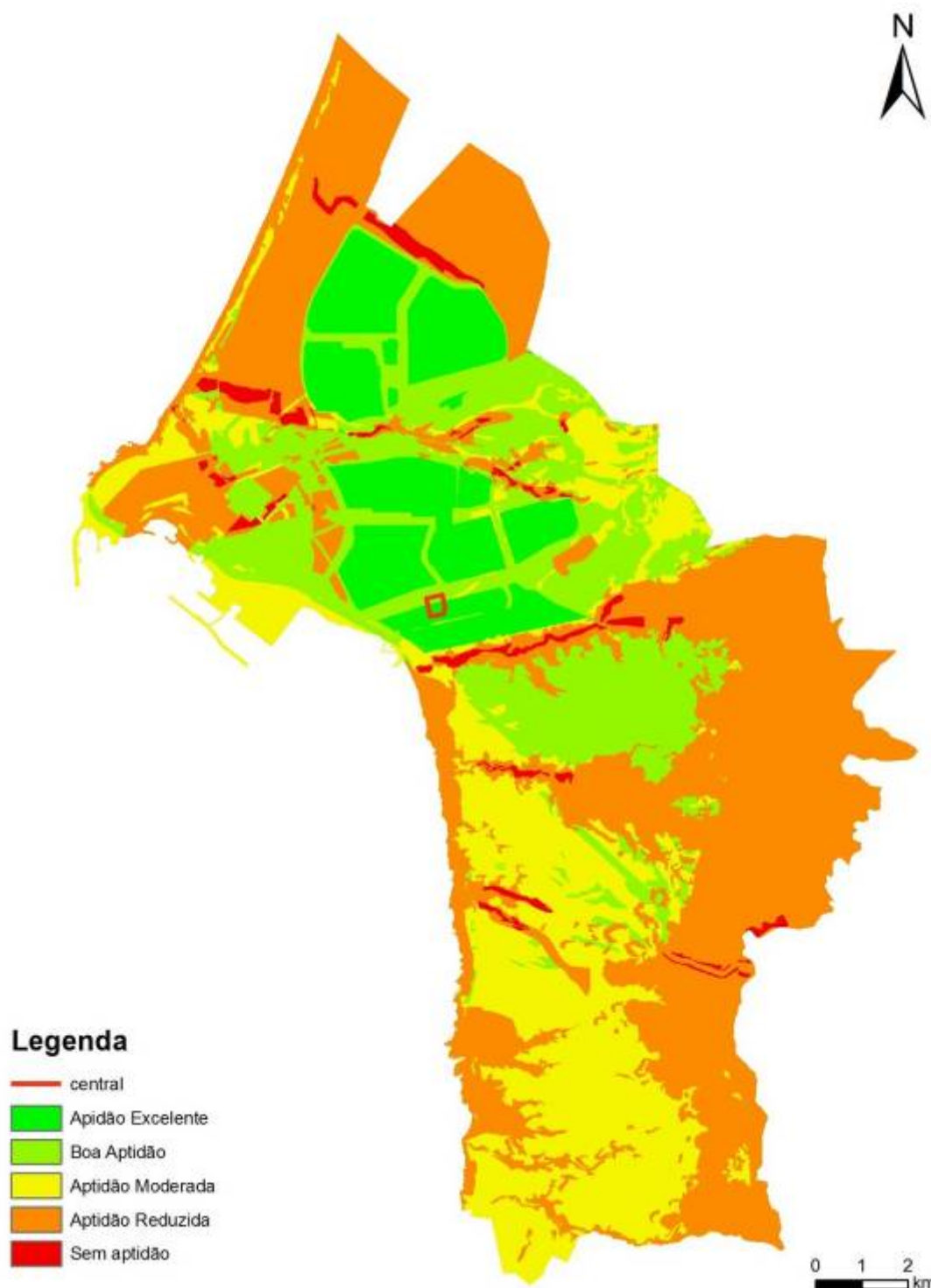
**Classificação da Aptidão de Áreas para Localização de CCC**  
**Cenário 1 (ISO sem AP) para o Concelho de Sines**



# Classificação da Aptidão de Áreas para Localização de CCC Cenário 1 (ISO com AP) para o Concelho de Sines



**Classificação da Aptidão de Áreas para Localização de CCC**  
**Cenário 2 (Pesos sem AP) para o Concelho de Sines**





## Classificação da Aptidão de Áreas para Localização de CCC Cenário 2 (Pesos com AP) para o Concelho de Sines

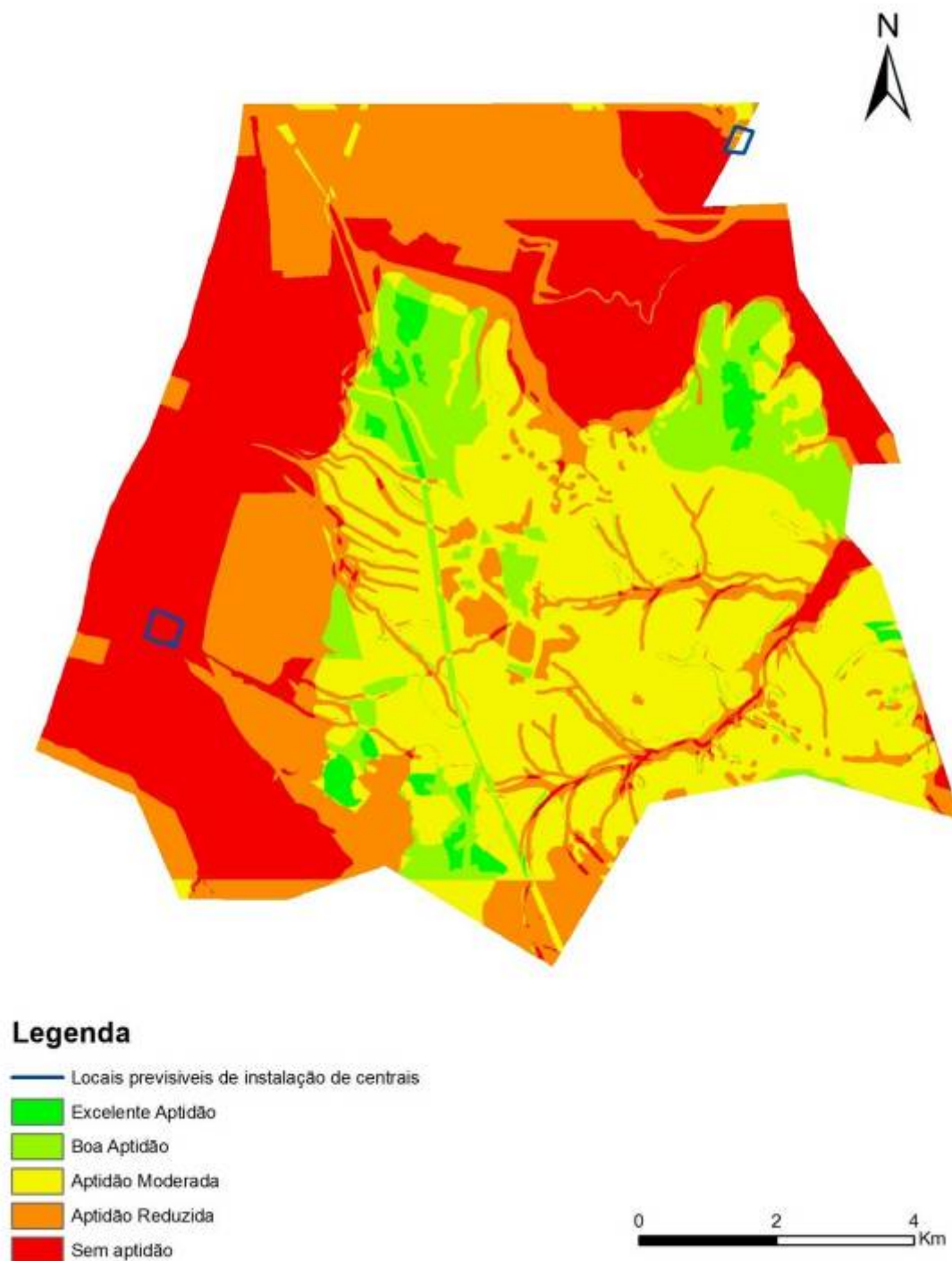


### Legenda

- Localização previsível de central
- Excelente Aptidão
- Boa Aptidão
- Aptidão Moderada
- Aptidão Reduzida
- Sem Aptidão

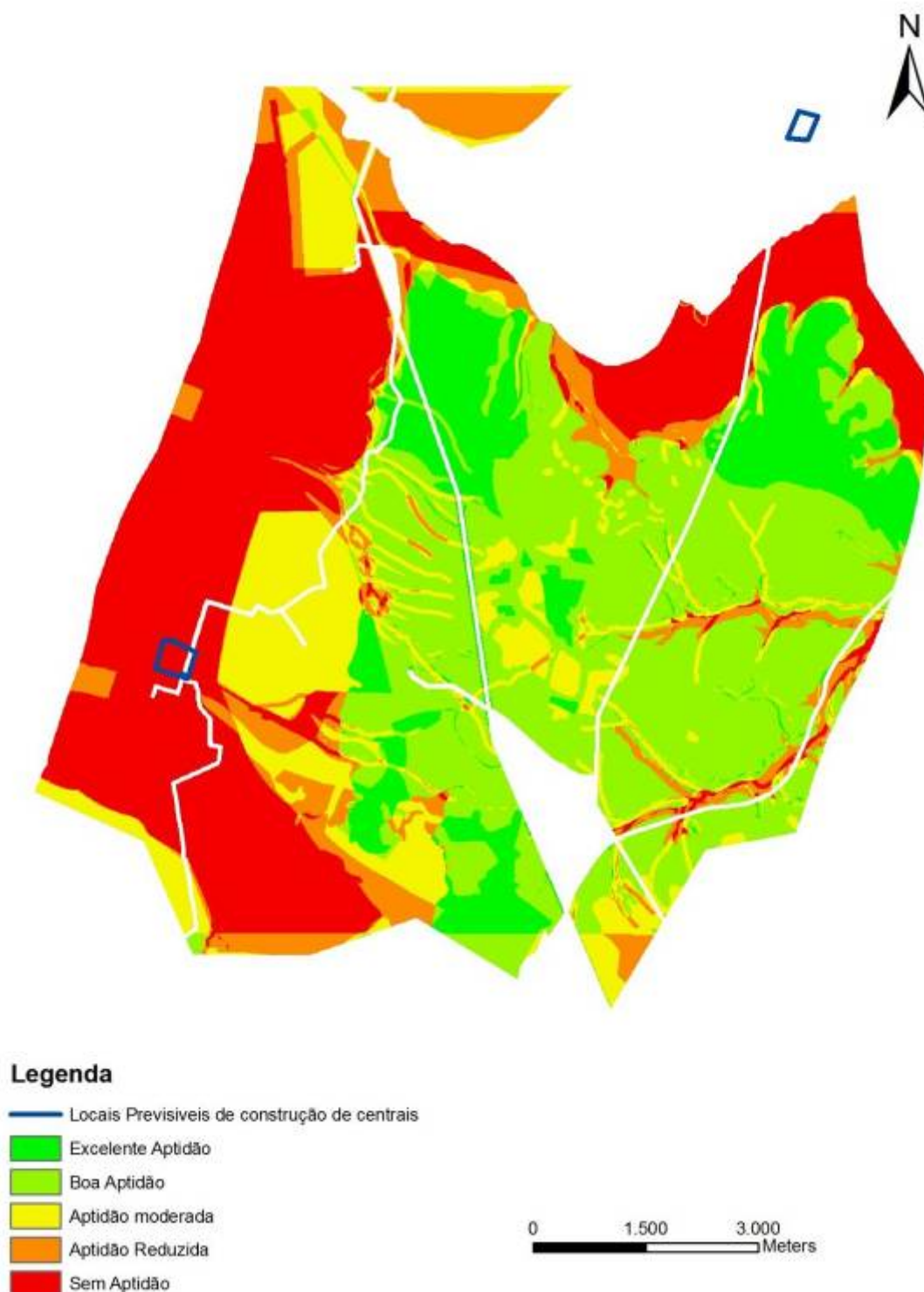
0 1 2 km

**Classificação da Aptidão de Áreas para Localização de CCC**  
**Cenário 1 (ISO sem AP) para a zona sul do concelho da Figueira da Foz**



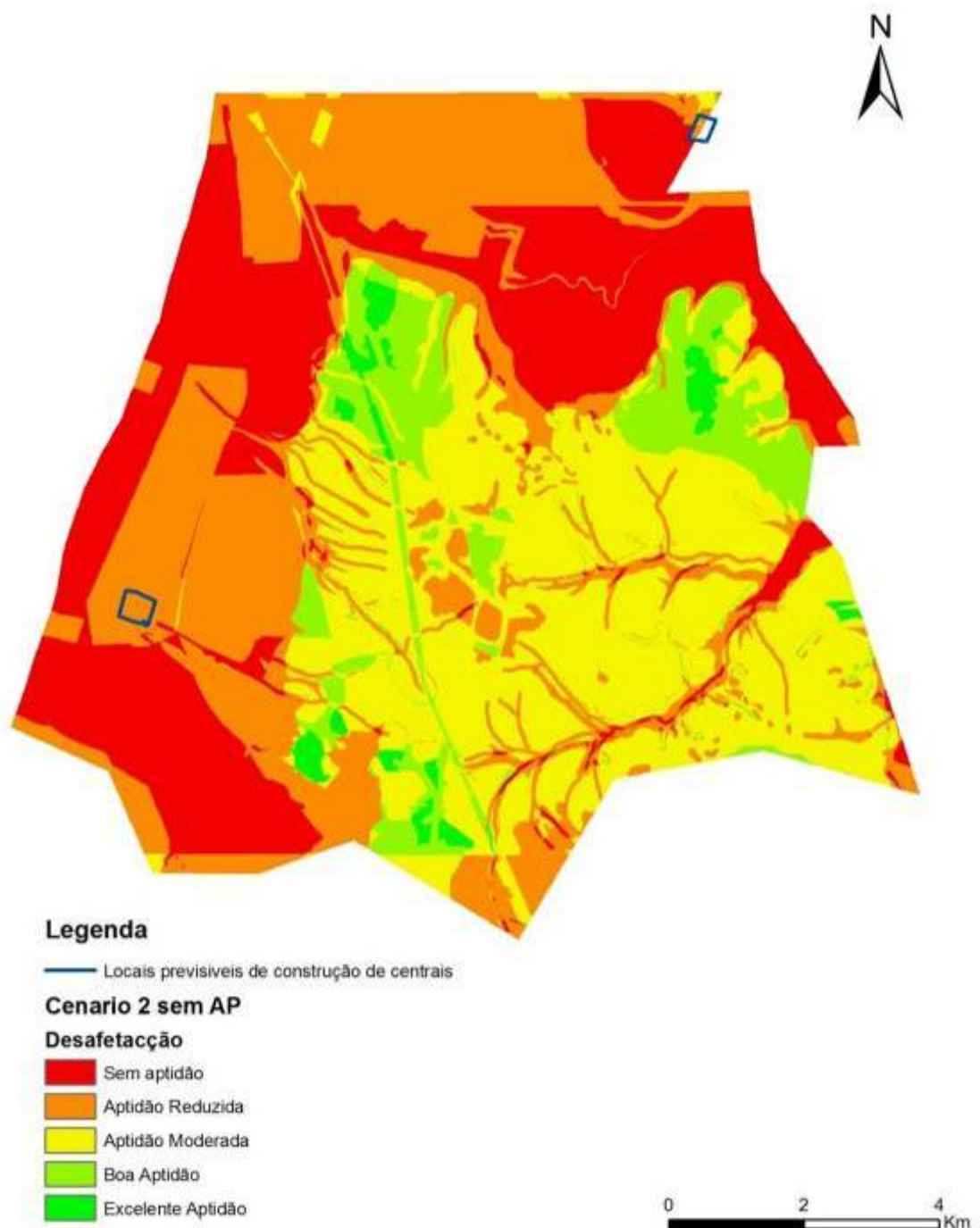


**Classificação da Aptidão de Áreas para Localização de CCC**  
**Cenário 1 (ISO com AP) para a zona sul do Concelho da Figueira da Foz**



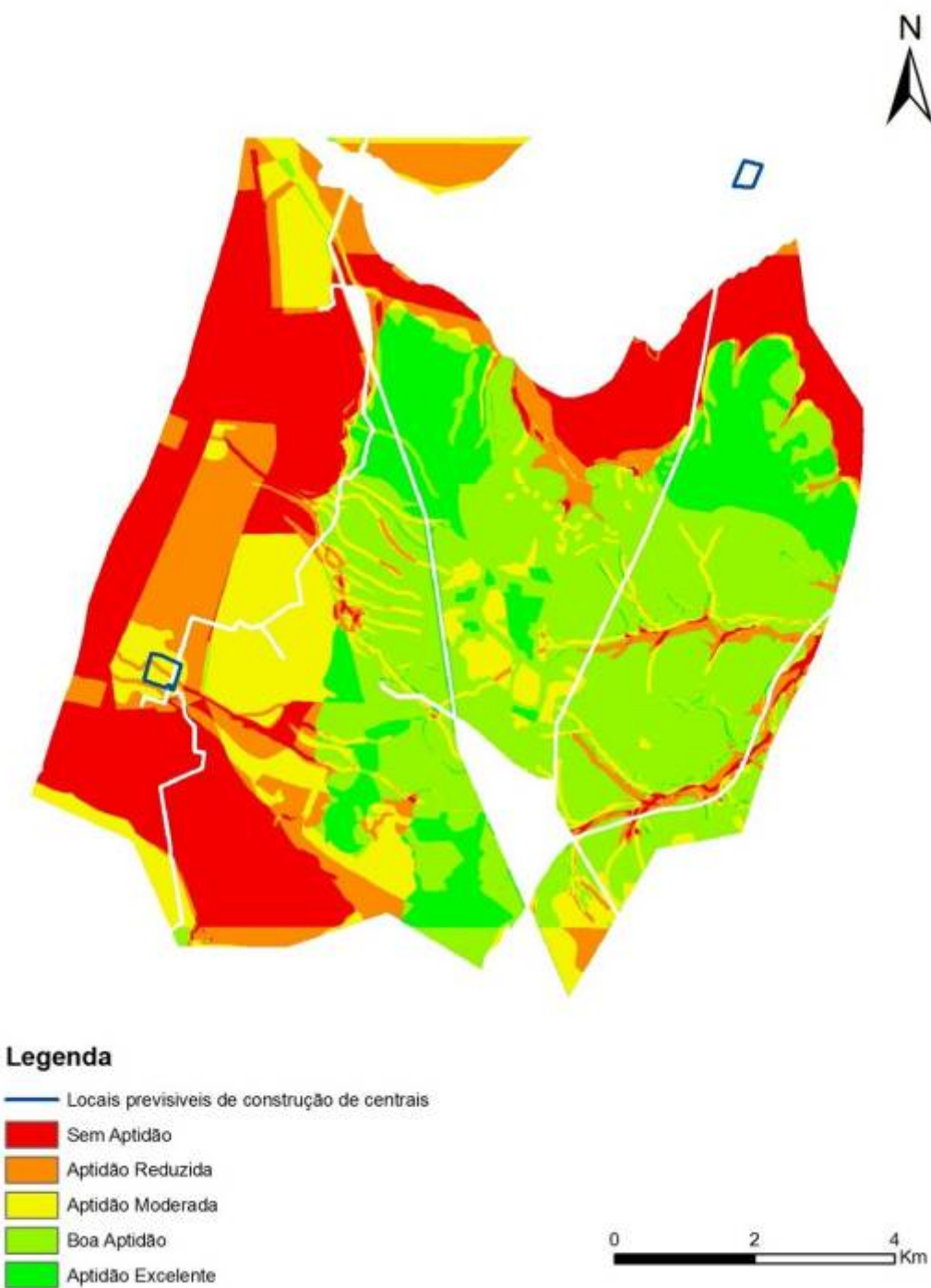
## Classificação da Aptidão de Áreas para Localização de CCC

Cenário 2 (ISO com Desafecção) para a zona sul do concelho da Figueira da Foz



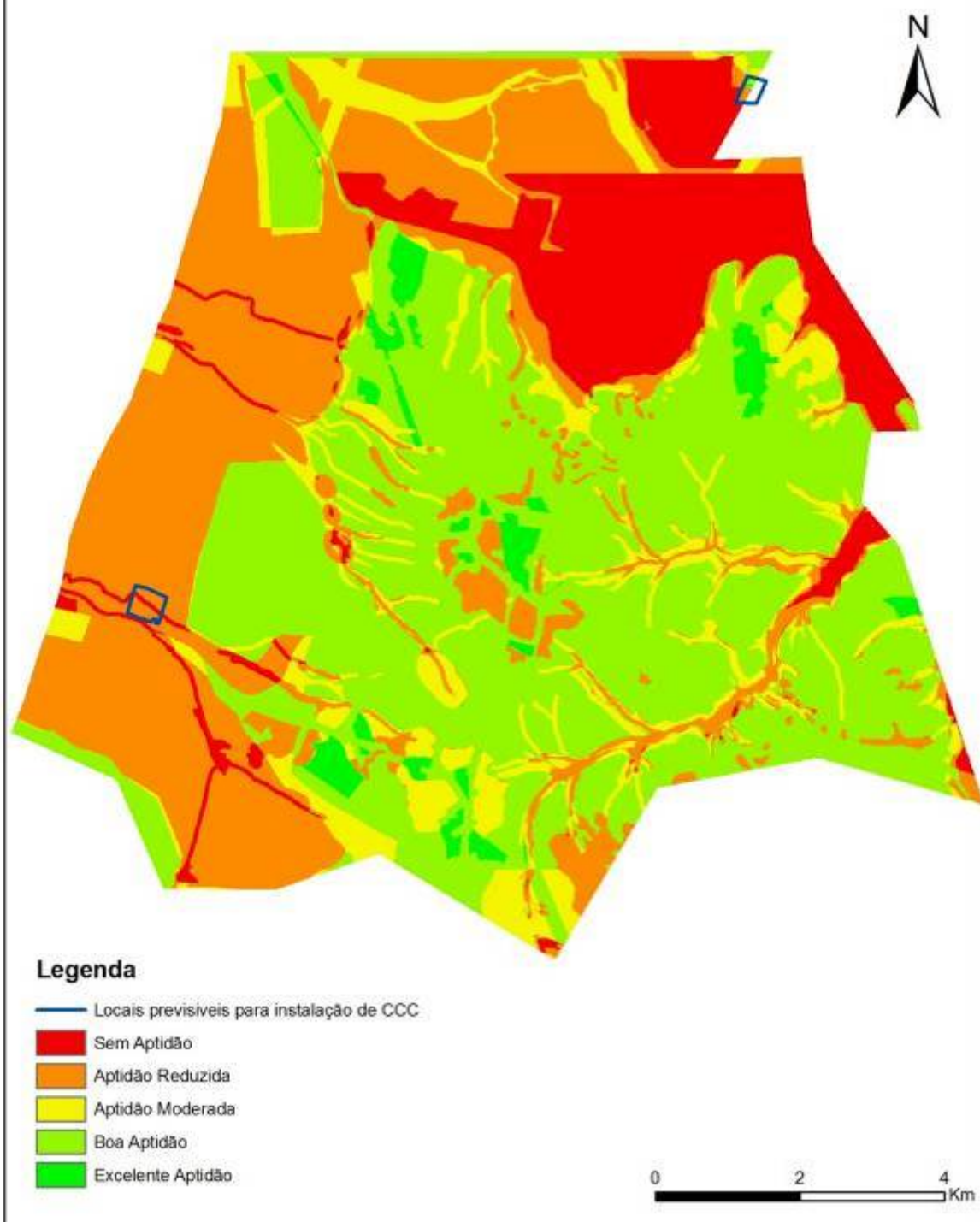
## Classificação da Aptidão de Áreas para Localização de CCC

Cenário 2 (ISO com Desafecção) para a zona sul do concelho da Figueira da Foz



## Classificação da Aptidão de Áreas para Localização de CCC

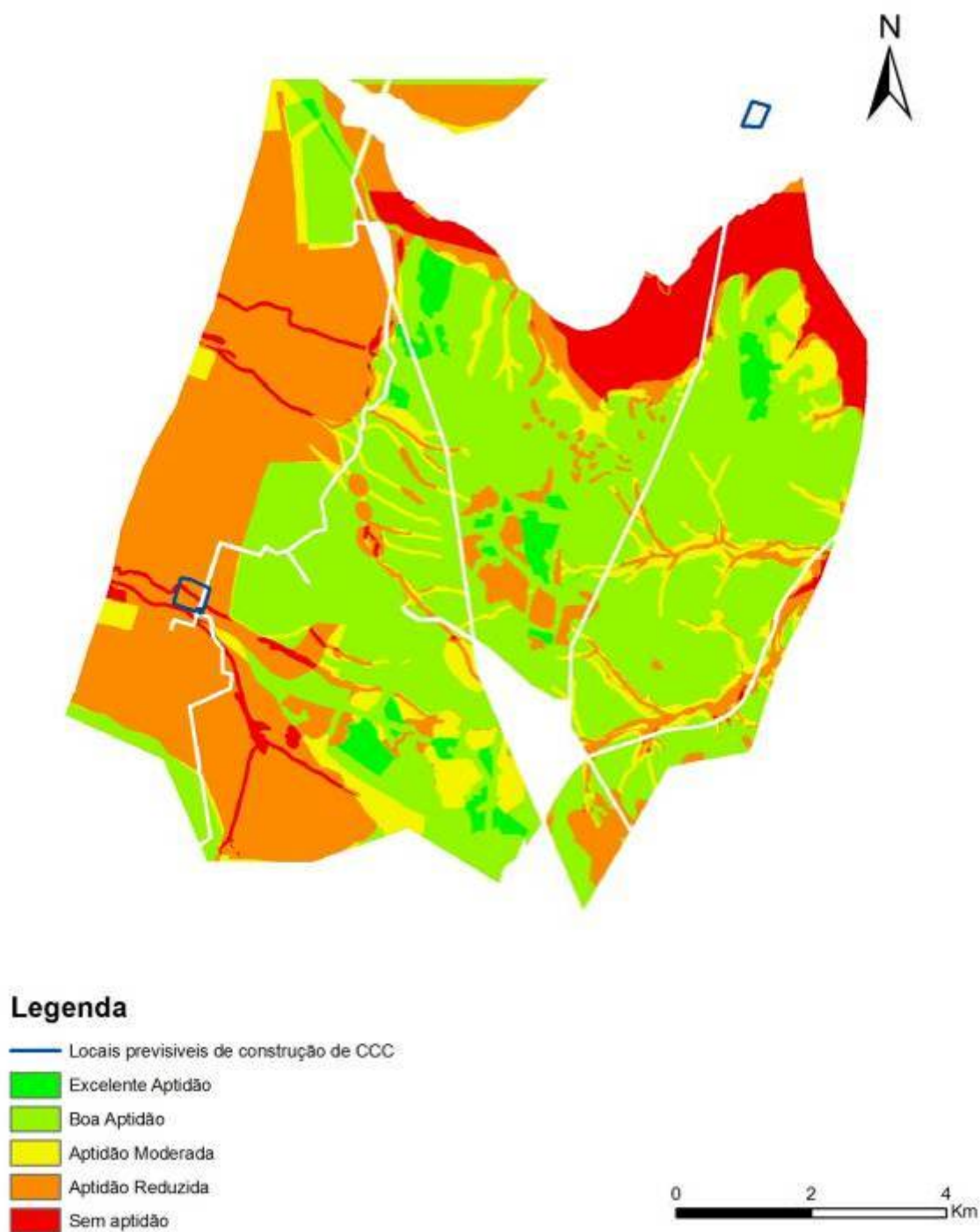
Cenário 3 (Pesos sem AP) para a zona sul do concelho da Figueira da Foz





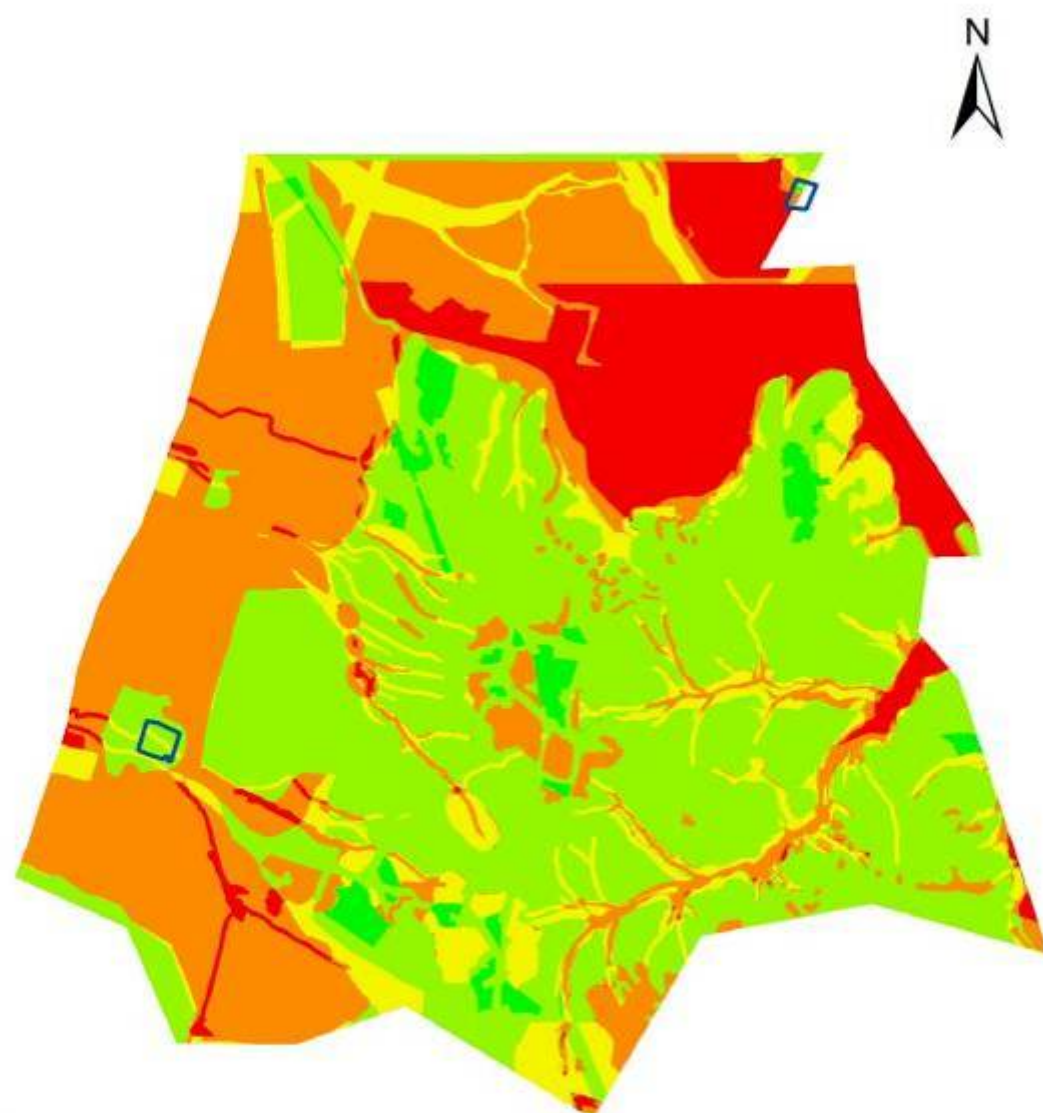
## Classificação da Aptidão de Áreas para Localização de CCC

Cenário 3 (Pesos com AP) para a zona sul do concelho da Figueira da Foz



## Classificação da Aptidão de Áreas para Localização de CCC

Cenário 4 (Pesos/ sem AP/ desafectação) para a zona sul do concelho da Figueira da Foz



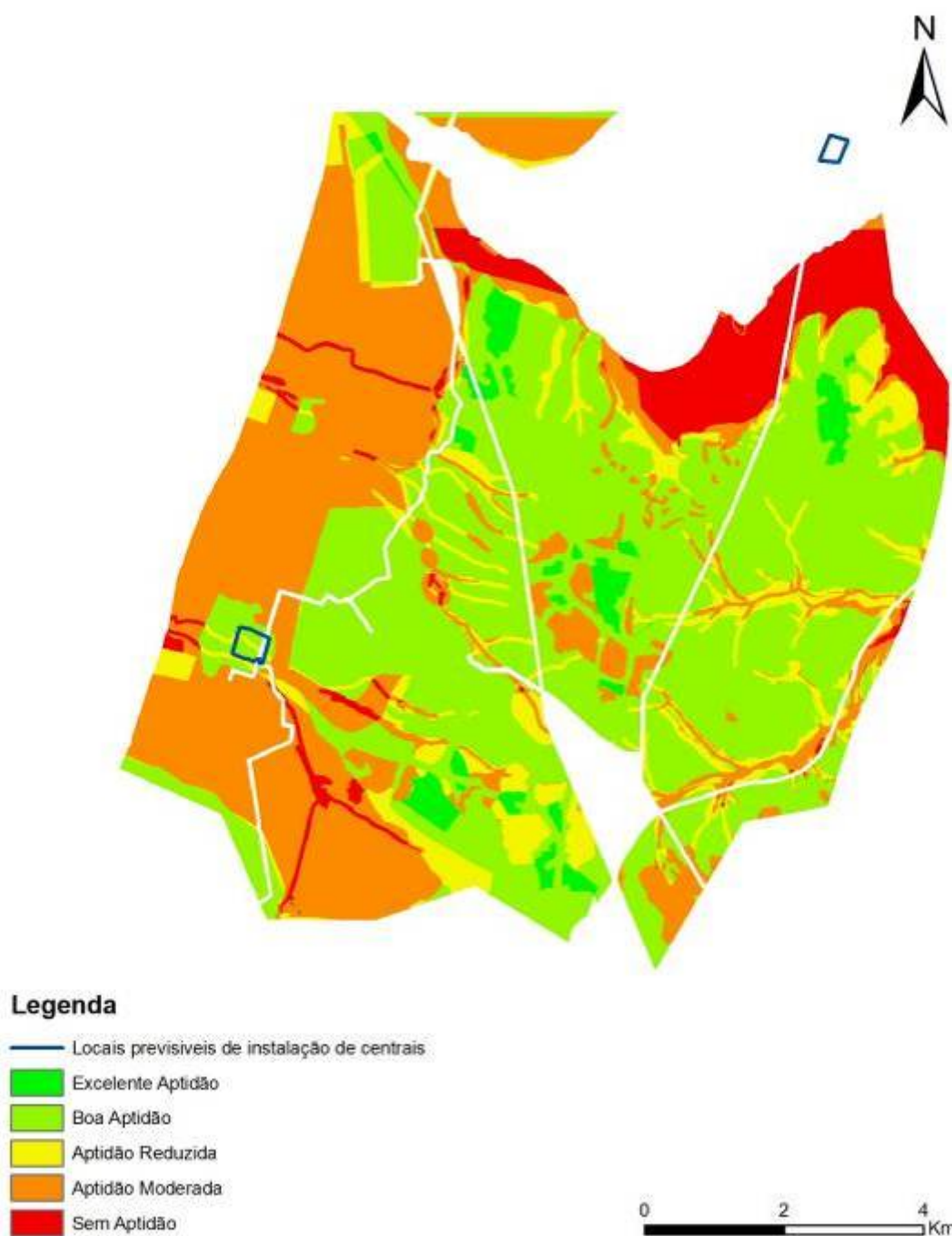
### Legenda

- Locais previsíveis de instalação de centrais
- Aptidão Excelente
- Boa Aptidão
- Aptidão Moderada
- Aptidão Reduzida
- Sem Aptidão

0 2 4 Km

## Classificação da Aptidão de Áreas para Localização de CCC

Cenário 4 (Pesos/ com AP/ desafectação) para a zona sul do concelho da Figueira da Foz



**ANEXO 2**  
**Reclassificação dos Resultados obtidos**



## **Índice de Figuras do Anexo 2**

<b>Figura 1- Classificação das Classes de Aptidão no caso do Cenário 1 de Sines .....</b>	<b>141</b>
---	------------

## **Índice de Quadros do Anexo 2**

<b>Quadro 1- Valores máximos e mínimos de cada cenário estudado em Sines</b>	<b>136</b>
<b>Quadro 2- - Valores das classes para o Cenário 1</b>	<b>137</b>
<b>Quadro 3 - Valores das classes para o Cenário 2</b>	<b>137</b>
<b>Quadro 4 - Valores máximos e mínimos de cada cenário estudado na Figueira da Foz</b>	<b>138</b>
<b>Quadro 5 – Valores das classes para o Cenário 1</b>	<b>138</b>
<b>Quadro 6 – Valores das classes para o Cenário 2</b>	<b>139</b>
<b>Quadro 7 – Valores das classes para o Cenário 3</b>	<b>139</b>
<b>Quadro 8 – Valores das classes para o Cenário 4</b>	<b>139</b>
<b>Quadro 9 - Valores máximos e mínimos dos Cenários Estudados para Sines</b>	<b>140</b>
<b>Quadro 10 - Valores máximos e mínimos dos Cenários Estudados para a Figueira da Foz</b>	<b>140</b>

## Reclassificação dos Resultados obtidos

Depois da ponderação dos temas matriciais para cada cenário, classificou-se a imagem final em classes, ou seja, os valores da legenda foram ordenados por ordem crescente e seleccionaram-se os valores mais altos como áreas com Aptidão para a construção da central. Para efectuar essa classificação consideraram-se classes de igual amplitude.

Tendo por base os parâmetros considerados e os pesos atribuídos (de forma empírica) a cada cenário, efectuou-se um quadro onde se ilustram os valores máximos e mínimos de cada cenário. Deve no entanto ter-se presente que nem sempre é possível alcançar os valores máximos ou mínimos, pois podem existir diversos condicionalismos que impeçam que todos os parâmetros ocorram em simultaneidade.

### SINES

No quadro seguinte apresentam-se os valores máximos e mínimos que poderiam ocorrer em cada um dos cenários estudados em Sines.

Quadro 1- Valores máximos e mínimos de cada cenário estudado em Sines

	Áreas Industriais	ZIL	Lim Zil	RAN	REN	GEOLOGIA	ESTRADAS	TOTAL
<b>CENÁRIO 1</b>								
<b>PESO</b>	0,14	0,14	0,14	0,14	0,14	0,14	0,14	1
<b>VALOR MAX</b>	5	5	5	0	0	5	5	25
<b>VALOR MIN</b>	0	0	0	-5	-5	-5	0	-15
<b>CENÁRIO 2</b>								
<b>PESO</b>	0,2	0,2	0,1	0,2	0,2	0,05	0,05	1
<b>VALOR MAX</b>	1	1	0,5	0	0	0,25	0,25	3
<b>VALOR MIN</b>	0	0	0	-1	-1	-0,25	0	-2,25

Da análise deste quadro é possível constatar que no caso de Sines o valor máximo a obter para o cenário 1 seria de 25 e o mínimo de -15, enquanto no caso do cenário 2 os valores seriam respectivamente de 3 e -2,25.

Nos quadros seguintes apresenta-se a reclassificação em classes, devendo no entanto ter-se sempre presente, que se adoptaram classes de amplitude igual.

Quadro 2- - Valores das classes para o Cenário 1

CENÁRIO 1	MIN	MAX
Sem Aptidão	-15	-7
Aptidão reduzida	-7	1
Aptidão moderada	1	9
Boa Aptidão	9	17
Excelente Aptidão	17	25

Quadro 3 - Valores das classes para o Cenário 2

CENÁRIO 2	MIN	MAX
Sem Aptidão	-2,25	-1,2
Aptidão reduzida	-1,2	0,15
Aptidão moderada	0,15	0,9
Boa Aptidão	0,9	1,95
Excelente Aptidão	1,95	3

## FIGUEIRA DA FOZ

Quadro 4 - Valores máximos e mínimos de cada cenário estudado na Figueira da Foz

	Áreas Industriais	ENP	LA	RAN	REN	Geologia	Estradas	Es Florestais	TOTAL
<b>CENÁRIO 1</b>									
<b>PESO</b>	0,125	0,125	0,125	0,125	0,125	0,125	0,125	0,125	1
<b>VALOR MAX</b>	5	0	0	0	0	5	5	0	15
<b>VALOR MIN</b>	0	-5	-5	-5	-5	-5	0	-5	-30
<b>CENÁRIO 2</b>									
<b>PESO</b>	0,125	0,125	0,125	0,125	0,125	0,125	0,125	0,125	1
<b>VALOR MAX</b>	5	0	0	0	0	5	5	0	15
<b>VALOR MIN</b>	0	-5	-5	-5	-5	-5	0	-5	-30
<b>CENÁRIO 3</b>									
<b>PESO</b>	0,2	0,1	0,1	0,2	0,2	0,05	0,05	0,1	1
<b>VALOR MAX</b>	1	0	0	0	0	0,25	0,25	0	1,5
<b>VALOR MIN</b>	0	-0,5	-0,5	-1	-1	-0,25	0	-0,5	-3,75
<b>CENÁRIO 4</b>									
<b>PESO</b>	0,2	0,1	0,1	0,2	0,2	0,05	0,05	0,1	1
<b>VALOR MAX</b>	1	0	0	0	0	0,25	0,25	0	1,5
<b>VALOR MIN</b>	0	-0,5	-0,5	-1	-1	-0,25	0	-0,5	-3,75

Da análise do Quadro 4 é possível constatar que no caso da Figueira da Foz o valor máximo a obter para o cenário 1 e 2 seriam de 15 e o mínimo de -30, enquanto no caso do cenário 3 e 4, os valores seriam respectivamente de 1,5 e -3,75.

Nos quadros seguintes apresenta-se a reclassificação em classes.

Quadro 5 – Valores das classes para o Cenário 1

<b>CENÁRIO 1</b>	<b>MIN</b>	<b>MAX</b>
<b>Sem Aptidão</b>	-30	-21
<b>Aptidão reduzida</b>	-21	-12
<b>Aptidão moderada</b>	-12	-3
<b>Boa Aptidão</b>	-3	6
<b>Excelente Aptidão</b>	6	15

Quadro 6 – Valores das classes para o Cenário 2

<b>CENÁRIO 2</b>	<b>MIN</b>	<b>MAX</b>
<b>Sem Aptidão</b>	-30	-21
<b>Aptidão reduzida</b>	-21	-12
<b>Aptidão moderada</b>	-12	-3
<b>Boa Aptidão</b>	-3	6
<b>Excelente Aptidão</b>	6	15

Quadro 7 – Valores das classes para o Cenário 3

<b>CENÁRIO 3</b>	<b>MIN</b>	<b>MAX</b>
<b>Sem Aptidão</b>	-3,75	-2,7
<b>Aptidão reduzida</b>	-2,7	-1,65
<b>Aptidão moderada</b>	-1,65	-0,6
<b>Boa Aptidão</b>	-0,6	0,45
<b>Excelente Aptidão</b>	0,45	1,5

Quadro 8 – Valores das classes para o Cenário 4

<b>CENÁRIO 4</b>	<b>MIN</b>	<b>MAX</b>
<b>Sem Aptidão</b>	-3,75	-2,7
<b>Aptidão reduzida</b>	-2,7	-1,65
<b>Aptidão moderada</b>	-1,65	-0,6
<b>Boa Aptidão</b>	-0,6	0,45
<b>Excelente Aptidão</b>	0,45	1,5

Deve referir-se que os valores para o cenário 1 e 2 são idênticos, uma vez que se trata da inclusão de uma desafecção de áreas classificadas como Reserva Ecológica Nacional e Espaços Naturais de Protecção. Tal situação também ocorre para os cenários 3 e 4.

Em seguida apresentam-se os valores mínimos e máximos obtidos em cada mapa.

Quadro 9 - Valores máximos e mínimos dos Cenários Estudados para Sines

CENÁRIOS	PESOS	VALOR MÁXIMO	VALOR MÍNIMO
1	Idênticos	22	-15
2	Ponderados	2,29	-2,25

Quadro 10 - Valores máximos e mínimos dos Cenários Estudados para a Figueira da Foz

CENÁRIOS	PESOS	VALOR MÁXIMO	VALOR MÍNIMO
1	Idênticos	11	-25
2	Idênticos	11	-25
3	Ponderados	1,3	-3,25
4	Ponderados	1,3	-3,25

Da análise desta tabela é possível constatar que no caso de Sines o valor máximo a obter para o cenário 1 seria de 25 e o mínimo de -15, enquanto no caso do cenário 2 os valores seriam respectivamente de 3 e -2,25.

Nos quadros seguintes apresenta-se a reclassificação em classes, devendo no entanto ter-se sempre presente que se adoptou classes de amplitude igual.

Na figura seguinte ilustra-se como esse resultado foi obtido através do SIG

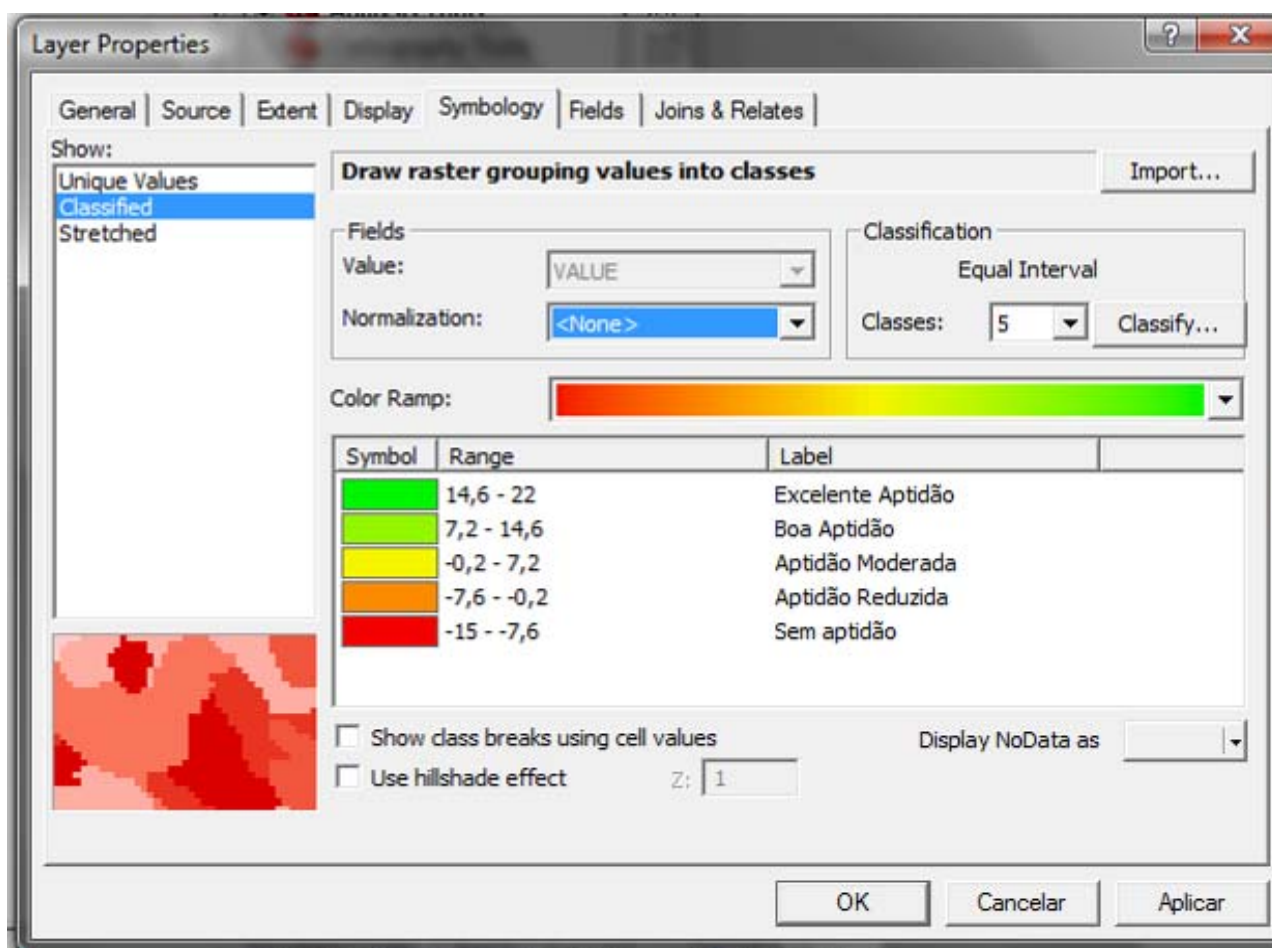


Figura 1- Classificação das Classes de Aptidão no caso do Cenário 1 de Sines

## **ANEXO 3**

### **Descrição do funcionamento de Centrais de Ciclo Combinado**



## Índice de Anexo 3

1. DIFERENTES TIPOS DE GERAÇÃO .....	146
1.1. ENQUADRAMENTO .....	146
1.2. DESCRIÇÃO DO PROCESSO DAS CENTRAIS TERMOELÉCTRICAS DE VAPOR 146	
2. CENTRAIS DE CICLO COMBINADO .....	147
2.1. CONFIGURAÇÕES TÍPICAS DE CENTRAIS TÉRMICAS OPERANDO EM CICLO COMBINADO .....	148
2.1.1. GERAL .....	148
2.1.2. TIPOS DE CONFIGURAÇÃO .....	151
2.1.2.1. CONFIGURAÇÃO MONOEIXO .....	151
2.1.2.2. CONFIGURAÇÃO MULTIEIXO .....	152
FONTE: PROJECTO DA CENTRAL DE CICLO COMBINADO DA FIGUEIRA DA FOZ, IDOM, 2006 .....	152
2.1.3. TENDÊNCIAS FUTURAS DAS CENTRAIS A GÁS.....	154
2.2. DESCRIÇÃO GERAL DE INSTALAÇÕES DE CICLO COMBINADO .....	155
2.2.1. JUSTIFICAÇÃO DAS SOLUÇÕES TECNOLÓGICAS .....	155
2.2.2. PROCESSO TERMODINÂMICO .....	156
2.3. CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DOS PRINCIPAIS EQUIPAMENTOS.....	157
2.3.1. LISTAGEM DOS EQUIPAMENTOS E SISTEMAS PRINCIPAIS.....	157
2.3.2. EQUIPAMENTOS MECÂNICOS .....	158
2.3.2.1. TURBINA A GÁS.....	158
2.3.2.2. GERADOR DE VAPOR – CALDEIRA DE RECUPERAÇÃO.....	160
2.3.2.3. TURBINA A VAPOR.....	161
2.3.2.4. CONDENSADOR.....	162
2.3.2.5. SISTEMA DE CONDENSADOS .....	162
2.3.2.6. SISTEMAS DE VAPOR E “BY-PASS” .....	163
2.3.3. INSTALAÇÕES E EQUIPAMENTOS ELÉCTRICOS .....	163
2.3.3.1. ALTERNADORES .....	164
2.3.3.2. PAINÉS DE ALTA TENSÃO .....	164
2.3.3.3. TRANSFORMADORES DE POTÊNCIA .....	164
2.3.3.4. TRANSFORMADORES DE SERVIÇOS AUXILIARES.....	164
2.3.3.5. REDE E SUBESTAÇÃO.....	164
2.3.4. SISTEMA DE TELECOMUNICAÇÕES.....	165
2.3.5. SISTEMA DE CONTROLO .....	165

<b>2.4. SISTEMA DE COMBUSTÍVEL.....</b>	<b>165</b>
2.4.1. GÁS NATURAL .....	166
2.4.2. GASÓLEO.....	166
<b>2.5. SISTEMA DE REFRIGERAÇÃO.....</b>	<b>166</b>
2.5.1. TIPOS DE CIRCUITOS DE REFRIGERAÇÃO .....	166
2.5.1.1. REFRIGERAÇÃO EM CIRCUITO FECHADO.....	167
2.5.1.1.1. AEROCONDENSADOR .....	167
2.5.1.1.2. TORRES DE REFRIGERAÇÃO .....	168
2.5.1.2. REFRIGERAÇÃO EM CIRCUITO ABERTO .....	171
<b>2.6. SISTEMA DE EXAUSTÃO DE GASES .....</b>	<b>172</b>
<b>2.7. SISTEMA DE CAPTAÇÃO, ARMAZENAGEM, TRATAMENTO E DISTRIBUIÇÃO DE ÁGUA .....</b>	<b>172</b>
2.7.1. ÁGUA POTÁVEL .....	172
2.7.2. ÁGUA INDUSTRIAL .....	173
2.7.3. ÁGUA DESMINERALIZADA .....	173
2.7.4. ÁGUA DO MAR/ÁGUA DO RIO .....	173
<b>2.8. SISTEMA DE DRENAGEM E TRATAMENTO DE EFLUENTES LÍQUIDOS.....</b>	<b>174</b>
2.8.1. SISTEMA DE DRENAGEM.....	174
2.8.2. SISTEMA DE TRATAMENTO DE EFLUENTES .....	174
2.8.2.1. EFLUENTE QUÍMICO.....	174
2.8.2.2. EFLUENTE OLEOSO .....	174
2.8.2.3. EFLUENTE DOMÉSTICO.....	175
2.8.2.4. EFLUENTE PLUVIAL .....	175
2.8.3. MONITORIZAÇÃO DAS CARACTERÍSTICAS DOS EFLUENTES.....	175
<b>2.9. OUTROS SISTEMAS .....</b>	<b>176</b>
2.9.1. SISTEMA DE ÓLEO DE LUBRIFICAÇÃO .....	176
2.9.2. SISTEMA DE AR COMPRIMIDO .....	176
2.9.3. SISTEMA DE VAPOR AUXILIAR .....	177
<b>2.10. SISTEMAS DE SEGURANÇA E PROTECÇÃO.....</b>	<b>177</b>
<b>2.11. RESÍDUOS.....</b>	<b>178</b>
2.11.1. FASE DE CONSTRUÇÃO .....	179
2.11.2. FASE DE EXPLORAÇÃO .....	179
2.11.2.1. TABELA DE RESÍDUOS.....	180
2.11.2.2. TÉCNICAS EMPREGUES PARA A PREVENÇÃO E REDUÇÃO NA ORIGEM	181
<b>BIBLIOGRAFIA.....</b>	<b>184</b>

## **Índice de Figuras do Anexo 3**

Figura 1 - Esquema Ilustrativo de uma Central de Vapor.....	147
Figura 2 - Esquema Ilustrativo de uma Central de Ciclo Combinado.....	149
Figura 3 - Esquema de uma Central térmica de Ciclo Combinado com configuração Monoeixo. ....	151
Figura 4 - Ciclo combinado gás-vapor em configuração de Multi-Eixo .....	152
Figura 5 - Ciclo combinado com caldeira de recuperação (Alstom Power).....	153
Figura 6 – Ilustração das Características de Funcionamento de uma Turbina de Gás.....	159
Figura 7 – Ilustração de uma Turbina Tipo.....	160
Figura 8 – Esquema de funcionamento de uma torre de refrigeração. ....	169

## **Índice de Quadros do Anexo 3**

Quadro 1 - Componentes utilizados na Figura anterior .....	154
Quadro 2 – Estimativa de resíduos gerados na construção da Central. ....	180
Quadro 3– Estimativa de resíduos gerados na exploração da Central. ....	181

## **1. Diferentes Tipos de Geração**

### **1.1. Enquadramento**

No processo das centrais termoeléctricas há uma classificação dos tipos de geração, de acordo com a tecnologia que vier a ser utilizada para accionar os geradores eléctricos:

#### **Vapor**

Com vapor de água produzir-se-á o movimento de uma turbina que, acoplada a um gerador eléctrico, produzirá energia eléctrica.

#### **Turbogás**

Com os gases de combustão produzir-se-á o movimento de uma turbina que, acoplada a um gerador eléctrico, produzirá energia eléctrica.

#### **Combustão interna**

Com um motor de combustão interna acoplado a um gerador eléctrico, produzir-se-á energia eléctrica.

#### **Ciclo combinado**

É a combinação das tecnologias de turbogás e vapor. Trata-se de uma ou mais unidades de turbogás e de uma turbina a vapor acopladas, cada uma, ao seu próprio gerador eléctrico.

Outra classificação das centrais termoeléctricas corresponde ao combustível primário utilizado para a produção de vapor:

- Vapor (óleo combustível, gás natural e óleo diesel)
- Carvão (carvão)
- Dupla (óleo combustível e carvão, ou óleo combustível e gás)
- Geotermia (vapor extraído do subsolo)
- Nuclear (urânio enriquecido)

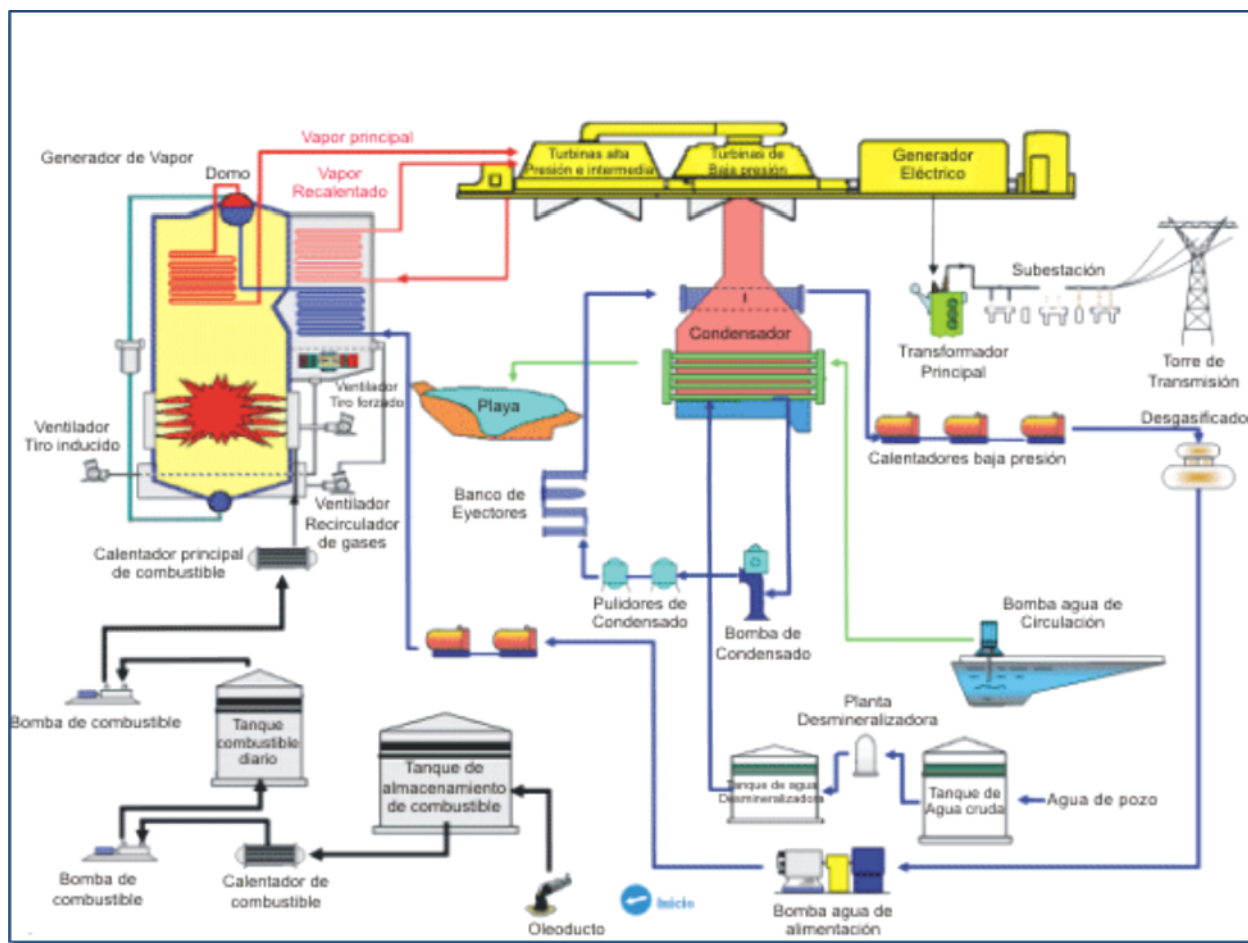
### **1.2. Descrição do processo das centrais termoeléctricas de vapor**

Uma central termoeléctrica de vapor é uma instalação industrial na qual a energia do combustível será convertida em energia térmica para produzir vapor que, conduzido a uma

turbina, se transformará em energia mecânica que, por sua vez, accionará um gerador eléctrico, ou seja, produzir-se-á electricidade.

Estas centrais utilizam o poder calorífico de diversos produtos (petróleo, gasóleo, gás natural, carvão, urânio, etc.) para aquecer água e produzir vapor com temperaturas na faixa de 520° C e pressões entre 120 e 170 kg/cm<sup>2</sup> que, quando conduzido às pás das turbinas permitem que girem a cerca de 3600 rpm (rotações por minuto).

Em seguida apresenta-se um esquema ilustrativo da composição e disposição dos componentes de uma central térmica de vapor:



Fonte: Centrais de Gás Térmicas, Uma Visão Geral, Idom/Faustino Guillen Minguito, 2008

**Figura 1 - Esquema Ilustrativo de uma Central de Vapor**

## 2. Centrais de Ciclo Combinado

Nos finais do século passado a introdução das redes de gás natural nos diferentes países tornaram mais fácil a utilização daquele combustível na contribuição do aumento do rendimento das centrais térmicas tradicionais. Assim as centrais de geração de energia

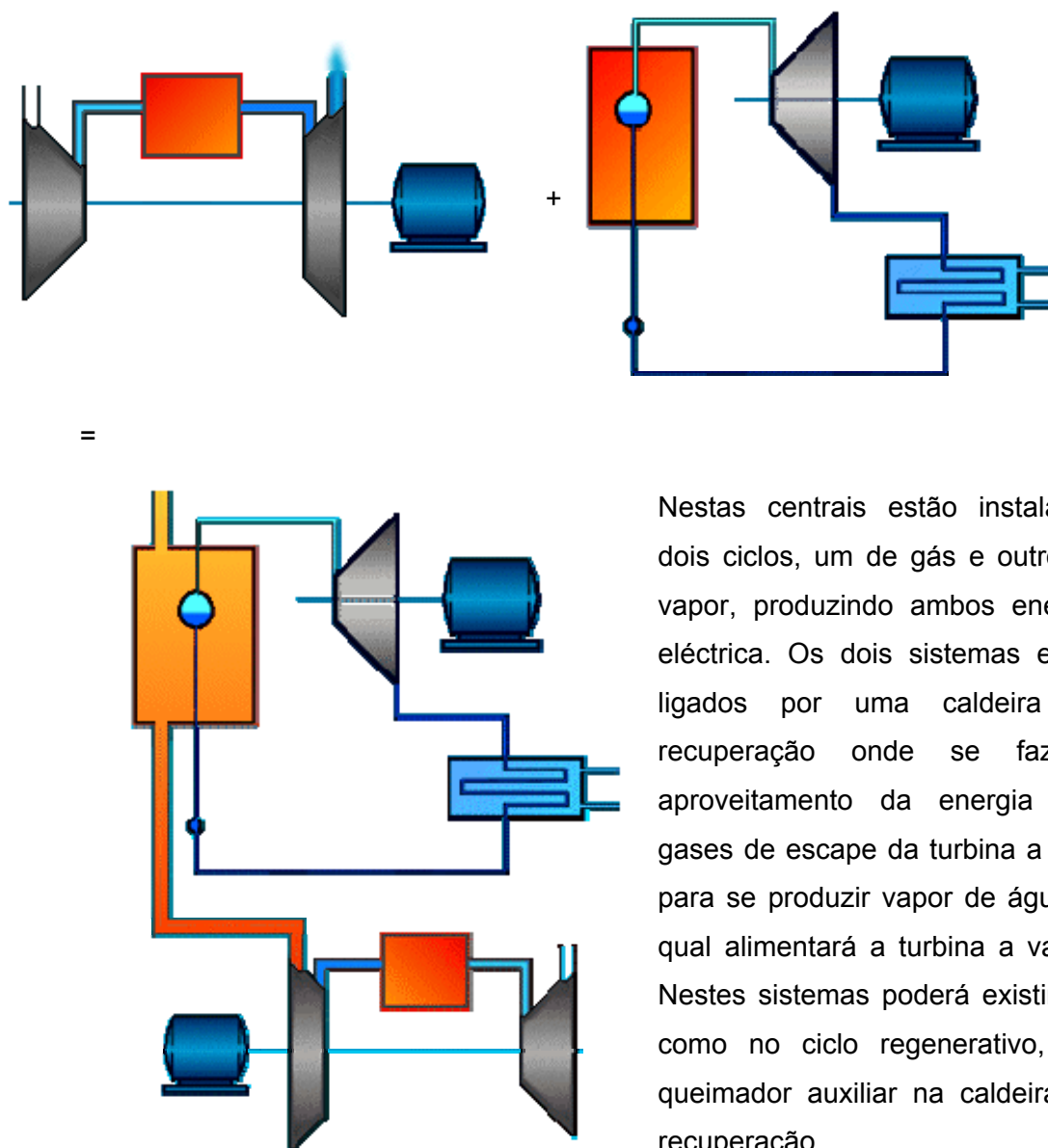
evoluíram para as chamadas Centrais de Ciclo Combinado (CCC) com um incremento significativo no seu rendimento.

Uma CCC é uma instalação industrial de produção de energia eléctrica que compreende uma ou mais turbinas a gás cujos gases de energia são dirigidos para uma caldeira que pode, ou não, ser aquecida por um combustível complementar. O vapor fornecido pela caldeira é então utilizado para accionar a turbina de vapor que, acoplada a um gerador produzirá energia eléctrica.

## **2.1. Configurações Típicas de Centrais Térmicas Operando em Ciclo Combinado**

### **2.1.1. GERAL**

O funcionamento de uma central térmica de ciclo combinado baseia-se na combinação de dois ciclos de geração de energia: um através de uma turbina a gás e outro com o aproveitamento do calor residual dos gases de escape da turbina a gás num ciclo de vapor, resultando num aumento substancial do rendimento do conjunto para valores de cerca de 60%. A figura seguinte ilustra aquela composição:



Nestas centrais estão instalados dois ciclos, um de gás e outro de vapor, produzindo ambos energia eléctrica. Os dois sistemas estão ligados por uma caldeira de recuperação onde se faz o aproveitamento da energia dos gases de escape da turbina a gás, para se produzir vapor de água, o qual alimentará a turbina a vapor. Nestes sistemas poderá existir, tal como no ciclo regenerativo, um queimador auxiliar na caldeira de recuperação.

Fonte: Centrais de Gás Térmicas, Una Vision General, Idom/Faustino Guillen Minguito, 2008

**Figura 2 - Esquema Ilustrativo de uma Central de Ciclo Combinado**

Existem diversos tipos possíveis de configuração em ciclo combinado, sendo alguns deles mencionados a seguir:

- 1) Configurações com duas ou mais turbinas a gás e uma turbina térmica a vapor, cada uma delas accionando o seu próprio gerador eléctrico;
- 2) Configurações com duas ou mais turbinas a gás e duas ou mais turbinas térmicas a vapor, cada uma delas accionando o seu próprio gerador eléctrico;

- 3) Configurações com duas ou mais turbinas a gás e uma turbina térmica com múltiplos andares de pressão (em tandem-compound ou cross-compound), sendo que, cada uma das turbinas a gás acciona o seu próprio gerador e a turbina térmica de múltiplos andares acciona um outro gerador;
- 4) Configurações com uma turbina a gás acoplada ao mesmo eixo de uma turbina térmica a vapor (configuração single-shaft), ambas accionando um mesmo gerador.

Existem alternativas de configuração também para a caldeira de recuperação (HRSG), através de instalação de equipamentos suplementares, que têm como função elevar a temperatura do vapor a ser dirigido para a turbina térmica. Desta maneira, as caldeiras de recuperação podem ser classificadas como:

- Caldeiras de recuperação sem queima suplementar;
- Caldeiras de recuperação com queima suplementar.

Estes elementos também podem dispor de diversos andares de pressão e temperatura e serão capazes de produzir vapor, tanto para a utilização exclusiva em geração de energia eléctrica, como para aplicação industrial de cogeração, com produção de energia eléctrica e geração de vapor.

As turbinas a gás poderão apresentar elementos adicionais como: permutadores de calor, aquecedores, intercoolers, de entre outros. Elas podem dispor de compressores e turbinas de diversos estágios e possuir ainda vários eixos.

As turbinas a vapor podem apresentar diversos andares de pressão, com o intuito de melhorar o desempenho do processo. Desta forma serão tipicamente considerados os elementos, ou andares de alta pressão, média pressão (ou pressão intermediária) e baixa pressão. Deste modo, as configurações mais utilizadas serão:

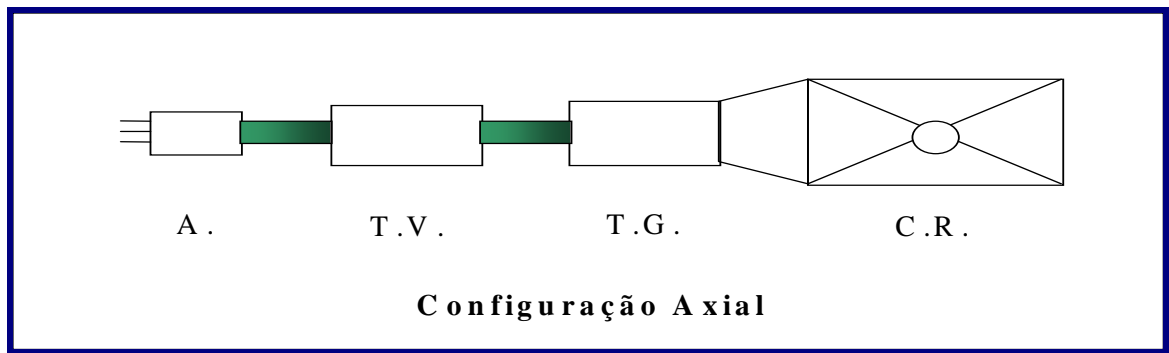
- Configuração com 1 andar de pressão;
- Configuração com 2 andares de pressão;
- Configuração com 3 andares de pressão.



## 2.1.2. TIPOS DE CONFIGURAÇÃO

### 2.1.2.1. Configuração Monoeixo

Nesta configuração o grupo monoeixo será composto pelos equipamentos principais em linha: turbina de gás (T.G.), caldeira de recuperação de calor (C.R.), turbina de vapor (T.V.) e gerador eléctrico (A), conforme se ilustra na figura seguinte.



Fonte: Projecto da Central de ciclo combinado da Figueira da Foz, Idom, 2006

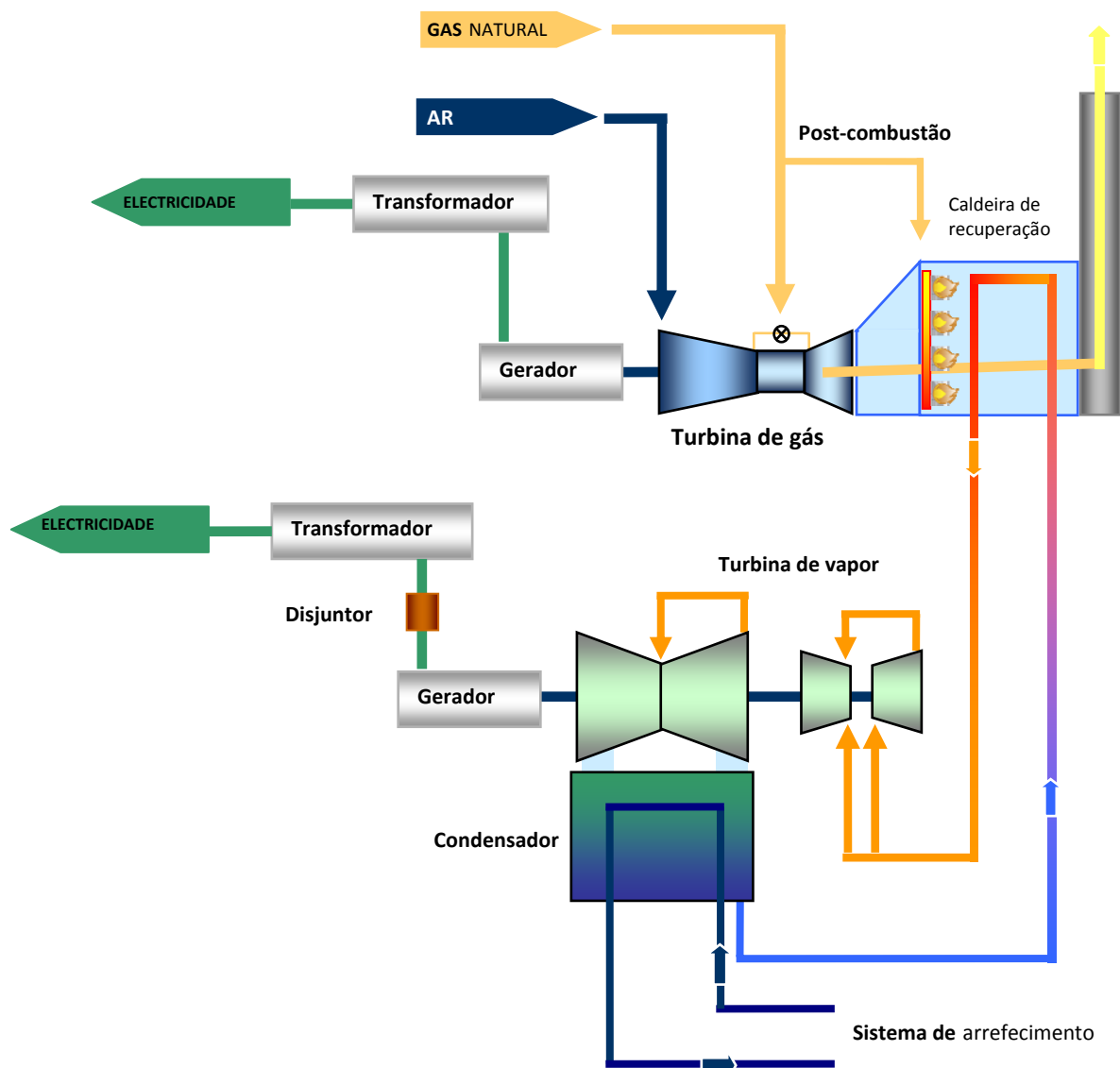
**Figura 3 - Esquema de uma Central térmica de Ciclo Combinado com configuração Monoeixo.**

A turbina de gás accionará um compressor que fornecerá o ar para o processo de combustão. O ar comprimido, previamente filtrado, será introduzido nas câmaras de combustão juntamente com o combustível, (gás natural principalmente, ou gasóleo em casos esporádicos de interrupção do fornecimento). Os gases de combustão, a uma temperatura e pressão muito alta, expandir-se-ão accionando a turbina de gás que repartirá o trabalho mecânico com o compressor de ar e, através do eixo comum, accionará o gerador onde finalmente se produzirá electricidade.

Os gases de escape da turbina de gás (a cerca de 630 °C), que não possam ser aproveitados para gerar mais energia eléctrica de forma directa, serão introduzidos na caldeira de recuperação de calor, que transformará a água do ciclo água – vapor, em vapor a alta temperatura, para a sua admissão à turbina de vapor, fazendo girar o eixo comum e desta forma o gerador, produzindo por sua vez energia eléctrica. Os gases de escape a cerca de 80 °C serão evacuados finalmente pela chaminé.

### 2.1.2.2. Configuração Multieixo

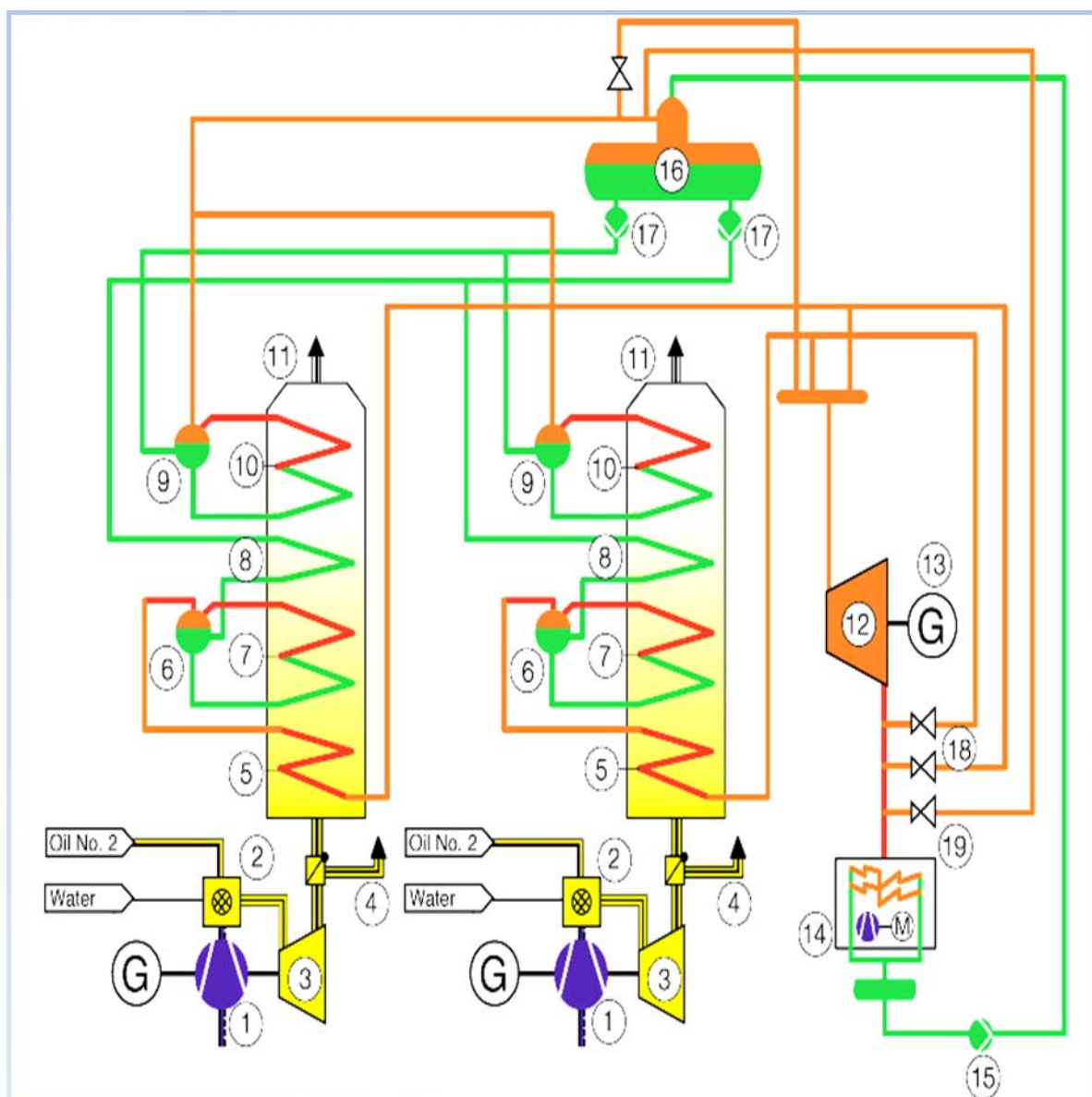
Numa configuração multi-eixo o trem de potência de cada grupo será composto por uma ou mais turbinas a gás, uma caldeira de geração de vapor, uma turbina de vapor e dois geradores eléctricos, um incorporado em cada uma das turbinas. A figura seguinte ilustra a composição duma central deste tipo e a sequência dos respectivos fluxos:



Fonte: Projecto da Central de Ciclo Combinado da Figueira da Foz, Idom, 2006

**Figura 4 - Ciclo combinado gás-vapor em configuração de Multi-Eixo**

Na figura 3.1, é possível visualizar um sistema da Alstom Power operando em ciclo combinado, no qual se utilizam duas turbinas a gás e uma turbina a vapor. A configuração da caldeira de recuperação utiliza, neste caso, um andar de alta pressão e um andar de baixa pressão:



Fonte: Alstom Power

**Figura 5 - Ciclo combinado com caldeira de recuperação (Alstom Power)**

O Quadro seguinte identifica os componentes utilizados na configuração anterior.

**Quadro 1 - Componentes utilizados na Figura anterior**

Referência	Modelo
1	Compressor
2	Câmara de combustão
3	Turbina a gás
4	Chaminé de <i>bypass</i> de gás
5	Superaquecedor do estágio de alta pressão
6	Tambor do estágio de alta pressão
7	Evaporador do estágio de alta pressão
8	Economizador do estágio de alta pressão
9	Tambor do estágio de baixa pressão
10	Evaporador do estágio de baixa pressão
11	Caldeira de recuperação
12	Turbina a vapor
13	Gerador da turbina a vapor
14	Condensador
15	Bomba do condensador
16	Tanque do desarenador da água de alimentação
17	Bombas da água de alimentação
18	<i>Bypass</i> do vapor de alta pressão
19	Excesso de vapor que foi desviado

### 2.1.3. TENDÊNCIAS FUTURAS DAS CENTRAIS A GÁS

- **Centrais de alta eficiência, GT > 40 %; CC>60 %.**
  - Melhorias de materiais e componentes
  - Incremento de temperatura de combustão
  - Refrigeração de pás
  - Co-combustão com biomassa
- **Melhoria das capacidades em regulação, funcionamento a cargas parciais:**
  - Controlo em sistemas de combustão
  - Compressor: pás giratórias
- **Diminuição de emissões**
  - Novas gerações de IGCCs

- Processos de CCS (Captura e Sequestro de CO<sub>2</sub>), oxidação IGCCs 2ª geração.

## **2.2. DESCRIÇÃO GERAL DE INSTALAÇÕES DE CICLO COMBINADO**

### **2.2.1. Justificação das soluções tecnológicas**

A utilização de Gás Natural como combustível, é justificado pelas razões respeitantes à evolução desejada no mercado interno da energia e à necessidade de respeitar acordos internacionais de natureza ambiental.

A vantagem, em termos ambientais, da utilização de Gás Natural em relação a outros combustíveis fósseis resulta do facto da relação dos elementos Hidrogénio e Carbono ser a mais elevada naquele grupo de combustíveis. O processo de combustão dá origem à formação de água e dióxido de carbono, (CO<sub>2</sub>) sendo emitida uma quantidade de CO<sub>2</sub> por unidade de calor gerada muito inferior àquela que seria emitida com outro combustível.

O teor em CO<sub>2</sub> de emissões atmosféricas de uma Central de Ciclo Combinado a Gás Natural é cerca de 2 vezes menor que as de uma central equivalente usando carvão ou fuelóleo.

A emissão de óxidos de azoto (NO<sub>x</sub>), será minimizada pela utilização de queimadores de baixo teor de NO<sub>x</sub> ("Dry Low NO<sub>x</sub>") nas turbinas a gás. Aumentando o fluxo de ar para as câmaras de combustão, a temperatura de combustão é mantida abaixo dos 1500°C, de modo a mitigar a formação de NO<sub>x</sub>. Os fornecedores de equipamento garantem níveis de NO<sub>x</sub>, na ordem dos 25 ppm (15% de O<sub>2</sub> em base seca).

Para além disto, o Gás Natural é um combustível isento de partículas e com um teor de enxofre muito baixo, ou mesmo nulo. Como consequência, a sua utilização não dá origem à emissão de partículas ou óxidos de enxofre.

A utilização de uma tecnologia de ciclo combinado apresenta vantagens enormes relativamente à alternativa mais directa das tecnologias de ciclo simples.

Numa instalação deste último tipo, os gases de escape da turbina têm uma temperatura da ordem dos 600°C. Este potencial térmico é perdido.

Nas CCCGN, os gases de escape são conduzidos a uma caldeira de recuperação que produzirá vapor a alta pressão que alimentará um turbogruppo gerando mais energia.

Em consequência do aproveitamento daquela energia térmica residual dos gases de escape, o rendimento de uma instalação de ciclo combinado atinge, em média, um valor entre os 55% a 60%.

Outra característica deste tipo de instalação é uma taxa de autoconsumo bastante baixa, equivalente a 2% da energia produzida.

O combustível necessário por kilowatt gerado é assim reduzido, dando lugar a uma emissão atmosférica com menor impacte ambiental.

Como parte do ciclo de vapor da CCCGN, é necessário condensar o vapor libertado pelas turbinas a vapor. Isto será conseguido através da utilização de um sistema de refrigeração por ar, ou por água. O arrefecimento por ar é menos eficiente em climas quentes, do que o arrefecimento por água, conduzindo à redução do rendimento e da eficiência da instalação, para além de implicar a ocupação de uma maior área.

### **2.2.2. Processo Termodinâmico**

Uma Central de Ciclo Combinado consiste basicamente na combinação de um ciclo de turbina a gás (Ciclo de Brayton) com um ciclo de vapor (Ciclo de Rankine).

O ar ambiente filtrado é comprimido no compressor da turbina a gás. Depois de comprimido o ar será misturado com o gás e queimado numa câmara de combustão anelar. Posteriormente os gases de combustão, a elevada temperatura, expandem-se na turbina produzindo o trabalho necessário ao accionamento do compressor e do alternador associado ao ciclo de gás.

Depois da expansão na turbina, os gases quentes serão directamente conduzidos para o interior do gerador de vapor, onde a energia neles contida será utilizada para produção de vapor. O gerador de vapor deverá ser projectado, para obter um elevado rendimento, como uma caldeira de três níveis de pressão com reaquecimento e compreenderá:

- Um sistema de vapor de alta pressão com sobreaquecimento,
- Um sistema de vapor de média pressão e reaquecimento,

- Um sistema de vapor de baixa pressão.

As bombas de água de alimentação alimentarão os sistemas de vapor de alta pressão e de média pressão. O sistema de vapor de baixa pressão será alimentado pela bomba de extracção de condensados.

O vapor sobreaquecido a alta pressão, será conduzido ao corpo de alta pressão da turbina a vapor, expandindo-se para o nível da média pressão. Da saída do corpo de alta pressão da turbina, o vapor será novamente conduzido ao gerador de vapor onde se juntará ao vapor de média pressão antes de ser reaquecido. O vapor reaquecido será então conduzido ao corpo de média pressão da turbina onde se expandirá para o nível de baixa pressão. À entrada do estágio de baixa pressão, o vapor proveniente do estágio de média pressão juntar-se-á ao vapor de baixa pressão. Finalmente o vapor expandir-se-á no estágio de baixa pressão até à pressão de condensação (vácuo), passando ao estado líquido no condensador.

## **2.3. CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DOS PRINCIPAIS EQUIPAMENTOS**

### **2.3.1. Listagem dos Equipamentos e Sistemas Principais**

Cada grupo da Central de Ciclo Combinado poderá ser composto basicamente pelos seguintes equipamentos e sistemas principais:

- Turbina a gás;
- Gerador de vapor recuperador de calor com 3 níveis de pressão e reaquecimento;
- Turbina a vapor;
- Alternador;
- Condensador de vapor;
- Sistema de condensados;
- Sistema de vapor e “by-pass”;
- Sistema principal de refrigeração;
- Sistema secundário de refrigeração;
- Sistemas eléctricos de baixa, média e alta tensão;
- Sistemas de supervisão e controlo.

No caso de uma Central com dois Grupos existirão ainda alguns sistemas comuns, tais como:

- Sistema de produção, armazenagem e distribuição de ar comprimido;
- Sistema de vapor auxiliar;
- Sistema de captação e transporte de água do mar;
- Instalação de tratamento de água;
- Sistema de armazenagem de água industrial e desmineralizada;
- Sistema de drenagem e tratamento de efluentes líquidos;
- Sistema de detecção e extinção de incêndios.

A estes equipamentos e sistemas estarão ainda associados um ramal eléctrico de ligação à Rede Nacional de Transporte e um ramal de abastecimento de Gás Natural.

### **2.3.2. Equipamentos Mecânicos**

#### **2.3.2.1. Turbina a Gás**

O ar de combustão será aspirado do exterior da sala de máquinas para o compressor através do sistema de ar de admissão.

Após o compressor, o ar será misturado com o gás natural e queimado na câmara de combustão. A turbina estará equipada com queimadores de forma a garantir o cumprimento dos limites de emissão exigidos pela legislação.

À saída da câmara de combustão, os gases a uma temperatura serão encaminhados para a turbina onde a sua expansão desenvolverá o trabalho necessário para o accionamento do compressor e do alternador.

Os gases à saída da turbina serão encaminhados para a caldeira de recuperação.

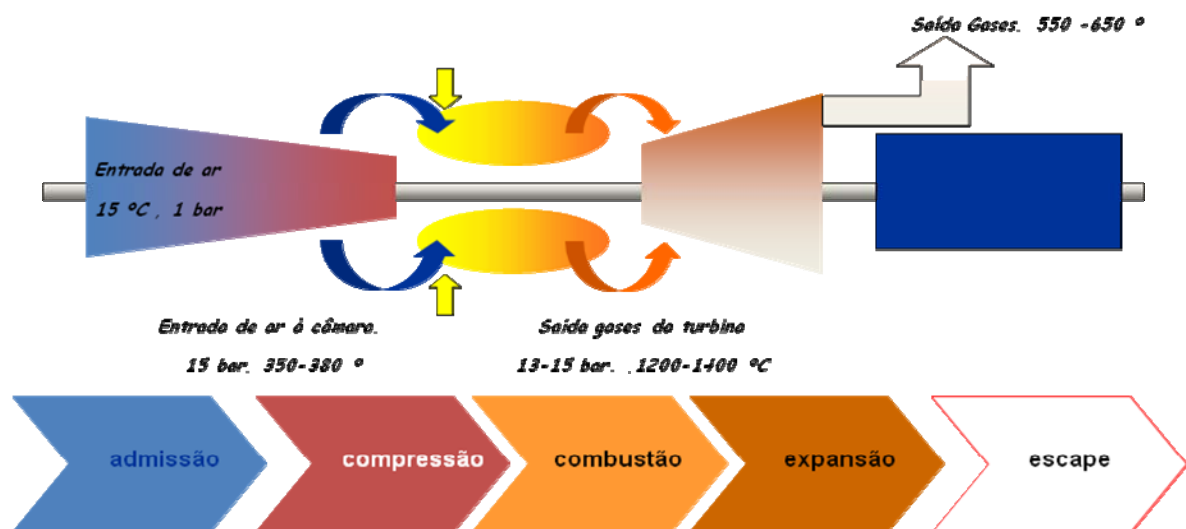
Os principais componentes da turbina são:

- Compressor;
- Câmaras de combustão para baixas emissões;
- Turbina de potência;



- Sistema de arranque e virador;
- Engrenagens e acoplamentos;
- Sistema de alimentação de ar incluindo:
  - Conduta de ar e silenciador
  - Filtro estático
- Sistema de alimentação de combustível;
- Sistema de ignição;
- Câmara de evacuação de gases;
- Sistema de óleo de lubrificação;
- Sistema de detecção de gases;
- Sistema de medida de vibração das chumaceiras;
- Regulador da turbina.

A título de exemplo ilustram-se os valores associados à máquina GE – General Electric, modelo MS9001FB, por se tratar de um standard na sua implementação em ciclos combinados e ser um dos modelos actuais. As características técnicas desta turbina de gás, funcionando em ciclo simples e ciclo combinado, apresentadas pelo fabricante são:



Fonte: Centrais de Gás Térmicas, Una Vision General, Idom/Faustino Guillen Minguito, 2008

**Figura 6 – Ilustração das Características de Funcionamento de uma Turbina de Gás**



- Evaporadores de baixa, média e alta pressão;
- Sobreaquecedores de baixa, média e alta pressão;
- Reaquecedores;
- Sistema de purga;
- Recipientes de purgas;
- Sistema de arrefecimento de purgas;
- Sistema de recolha de amostras e analisadores de água e vapor;
- Sistema de injeção de produtos químicos;
- Tubagens e respectivas válvulas de vapor, água de alimentação, ventilação, purga, e respectivos suportes;
- Válvulas de segurança, respectiva tubagem de ventilação, silenciadores e suportagem;
- Conduitas de gases de entrada e exaustão, juntas de dilatação, respectivos revestimentos e isolamentos;
- Portas de inspecção e acesso;
- Plataformas, passadiços e escadas;
- Sistema de controlo e instrumentação;
- Sistema eléctrico;
- Chaminé principal.

#### **2.3.2.3. Turbina a Vapor**

A turbina de vapor poderá ser projectada para receber a totalidade do vapor gerado na caldeira de recuperação em todas as condições de operação da Central.

A turbina de vapor dispõe ainda dos seguintes sistemas:

- Sistema de óleo de lubrificação;
- Sistema de selagem;
- Sistema de controlo;
- Sistema de protecções por sobre-velocidade, vibrações, pressão e temperatura na admissão e escape.

#### **2.3.2.4. Condensador**

O condensador será do tipo horizontal de passagem simples ou dupla com duas caixas de água e um feixe tubular. O condensador encontra-se situado debaixo da descarga da turbina de vapor e ligado a esta através de uma junta de expansão.

A função principal do condensador é condensar o vapor de escape proveniente da secção de baixa pressão da turbina de vapor, com o objectivo de produzir e manter o maior grau de vácuo possível na fonte fria do ciclo transferindo a carga térmica à água de circulação.

O condensador será composto pelos seguintes elementos:

- Junta de expansão: união entre o condensador e a descarga da turbina.
- Pescoço: elemento em forma de tronco de cone ou de pirâmide para uma distribuição homogénea do vapor, evitando vibrações e reduções de eficiência. Encontram-se aqui a maior parte das ligações de diversos sistemas (água de compensação, by-pass de média e alta pressão, cortina de água, válvula quebra vácuo);
- Feixe tubular;
- Caixas de água;
- Hotwell: acumula todo o condensado produzido no condensador durante 5 minutos nas condições de operação normal.

#### **2.3.2.5. Sistema de Condensados**

O sistema de condensado completa-se com todos os equipamentos e elementos necessários para a extracção e armazenamento do condensado. Os elementos principais do sistema de condensado são:

Bombas de condensado com 100% de capacidade que extraem do hotwell do condensador o vapor condensado e enviam-no para o economizador de baixa pressão da caldeira de recuperação.

Este sistema permitirá ainda:

- Manter o nível do barrilete de baixa pressão da caldeira;
- Repor as perdas de água do ciclo;

- Assegurar o vácuo necessário para garantir a selagem da turbina mediante a condensação do vapor de selagem no condensador-extractor de vapor de selagem;
- Arrefecer a purga contínua da caldeira.

#### **2.3.2.6. Sistemas de Vapor e “by-pass”**

As principais funções do sistema de vapor serão as seguintes:

- Fornecimento de vapor à turbina de alta pressão (vapor principal);
- Condução do vapor de escape da turbina de alta pressão (vapor a reaquecer frio) até ao reaquecedor onde se misturará com o vapor sobreaquecido de média pressão;
- Fornecimento de vapor à turbina de média pressão (vapor reaquecido quente);
- Fornecimento de vapor à turbina de baixa pressão a partir dos sobreaquecedores de baixa pressão.

Por sua vez o sistema de by-pass permitirá obter rapidamente as condições de pressão e temperatura do vapor principal e reaquecido, necessários à turbina de vapor, durante o arranque da instalação.

#### **2.3.3. Instalações e Equipamentos Eléctricos**

Os grupos geradores de grande potência poderão gerar energia a uma tensão na gama de 18-24 kV. Estabelecer-se-á então uma elevação da tensão de geração para uma Muito Alta Tensão - MAT (normalmente 220 kV e 400 kV) através de um transformador dedicado por grupo e criar-se-á um painel de alta tensão por grupo, adequado para corte, protecção e medida da energia gerada.

A contagem da energia vendida será realizada através de contadores ligados a núcleos específicos dos transformadores de medida previstos para vários fins.

As principais instalações e equipamentos eléctricos a considerar são os seguintes:

- Alternadores;
- Painéis de alta tensão;
- Transformadores de potência;
- Transformadores de serviços auxiliares;
- Rede de alta tensão;

- Rede de média tensão;
- Rede de baixa tensão.

#### **2.3.3.1. Alternadores**

As turbinas (gás e vapor) serão acopladas a um alternador comum, trifásico, do tipo síncrono, refrigerado a hidrogénio.

#### **2.3.3.2. Painés de Alta Tensão**

As Centrais de Ciclo Combinado são geralmente às Subestações existentes na área envolvente ao local de implantação da instalação, à tensão de MAT através de uma linha por cada grupo, que deverá ser construída entre a Central e aquela subestação.

#### **2.3.3.3. Transformadores de Potência**

Os transformadores principais serão do tipo trifásico arrefecidos a óleo para serviço à intempérie.

#### **2.3.3.4. Transformadores de Serviços Auxiliares**

Os transformadores de serviços auxiliares serão transformadores trifásicos arrefecidos a óleo para serviço à intempérie.

#### **2.3.3.5. Rede e Subestação**

A subestação da Central de Ciclo Combinado, será construída na sua área de influência e será ligada à Rede Nacional de Transporte através de uma linha aérea à tensão de MAT.

A Subestação Eléctrica (SE) elevará a tensão desde o nível da tensão de geração até à MAT de modo a permitir o transporte de energia com perdas baixas até à subestação da Rede Nacional de Transporte.

O painel da subestação será constituído por um transformador de potência com o objectivo de elevar a tensão e com os seguintes elementos de corte e protecção: seccionador, disjuntor, seccionador de terra, pára-raios, transformador de intensidade e transformador de tensão.

#### **2.3.4. Sistema de Telecomunicações**

O sistema de telecomunicações compreenderá uma central telefónica automática que permita assegurar as comunicações com o exterior da central a partir de cada um dos telefones locais e entre estes.

Compreenderá também um sistema de interfonia com unidades de comunicação e altifalantes adequadamente distribuídos pelos diferentes locais da central.

#### **2.3.5. Sistema de Controlo**

O sistema de controlo da Central de Ciclo Combinado compreenderá o equipamento da Sala de Comando, o sistema de controlo distribuído (DCS), o sistema de paragem de emergência, a instrumentação de campo, o sistema de controlo e protecção da turbina a gás, turbina de vapor e alternador, os autómatos programáveis dos sistemas auxiliares e as infra-estruturas (cabos, canalizações, esteiras, etc.).

O órgão central de controlo será o DCS que comunicará com os sistemas de controlo das turbinas e com os autómatos dos sistemas auxiliares e processará todos os sinais da Central. A filosofia de funcionamento deste sistema basear-se-á na operação (arranque/paragem) remota dos equipamentos e auxiliares mecânicos do ciclo água-vapor a partir da Sala de Comando. As turbinas a gás, as caldeiras de recuperação e as turbinas de vapor também arrancam a partir de uma Sala de Comando. O sistema de controlo da turbina de gás iniciará automaticamente a sequência de purga, acendimento, aquecimento, aceleração, sincronização com a rede e carga até ao nível pretendido.

O DCS controlará o ciclo água-vapor e quando forem atingidas as condições adequadas iniciar-se-á o arranque da turbina a vapor. Quando todo o grupo está em linha, o controlo e vigilância realiza-se a partir da Sala de Comando e a instalação passa a controlo automático. Neste modo de controlo o DCS manterá a carga de geração imposta pelo operador e pelo despacho.

### **2.4. SISTEMA DE COMBUSTÍVEL**

Uma Central de ciclo combinado opera com gás natural, embora em situação de falha de fornecimento de gás esteja concebida para poder operar utilizando gasóleo como combustível alternativo.

O gás, embora podendo provir de diferentes fontes de fornecimento como Argélia ou Nigéria, tem características adequadas para a ser utilizado na Central.

O edifício da Estação de Regulação e Medida (ERM) será partilhado pelos grupos de ciclo combinado.

Como combustível alternativo para funcionamento esporádico durante curtos períodos de interrupção de fornecimento de gás natural, poder-se-á empregar gasóleo.

#### **2.4.1. Gás Natural**

A Central de Ciclo Combinado utilizará normalmente como combustível apenas gás natural. A rede de alimentação de gás natural às turbinas a gás estará ligada à rede nacional de transporte de GN. Serão previstos os sistemas adequados à correcta adaptação das condições de fornecimento de gás natural às turbinas a gás.

#### **2.4.2. Gasóleo**

O gasóleo será consumido como combustível nos motores diesel de accionamento de geradores de pequena potência. Estes geradores destinam-se a assegurar a paragem dos grupos em segurança quando em situações de emergência e falha total das alimentações eléctricas principais (produção da Central e falha da Rede Nacional de Transporte).

### **2.5. SISTEMA DE REFRIGERAÇÃO**

O sistema de refrigeração será constituído por um **Circuito de Água de Refrigeração** destinado a fornecer um caudal de água suficiente para a condensação do vapor nos condensadores das turbinas a vapor e para arrefecimento dos circuitos auxiliares de refrigeração.

#### **2.5.1. Tipos de Circuitos de Refrigeração**

O sistema de refrigeração essencial para o funcionamento de uma Central de Ciclo Combinado será constituído por um Circuito de Água de Refrigeração destinado a fornecer um caudal de água suficiente para a condensação do vapor nos condensadores das turbinas a vapor e para arrefecimento dos circuitos auxiliares de refrigeração.

Os circuitos de refrigeração podem-se resumir a três grupos:



- **Circuitos abertos:** são aqueles nos quais não se recupera a água que se utiliza para refrigerar;
- **Circuitos semi-abertos com torre de evaporação:** São aqueles em que se recupera a água de refrigeração através de uma torre de evaporação. Nestes casos o próprio desenho do sistema obriga a introduzir uma quantidade de água de alimentação para compensar as perdas por evaporação, assim como a uma purga da água da recirculação para compensar o incremento constante da salinidade;
- **Circuitos fechados:** São aqueles nos quais a água de refrigeração circula no circuito fechado sem contacto algum com o exterior.

Em seguida descrevem-se sucintamente alguns destes tipos de circuitos.

#### **2.5.1.1. Refrigeração em Circuito Fechado**

Para o circuito de refrigeração fechado as alternativas serão as seguintes:

- Refrigeração através de aerocondensador;
- Água de refrigeração produzida em torre de refrigeração.

##### **2.5.1.1.1. Aerocondensador**

A alternativa de refrigeração através de aerocondensador não é das soluções tecnológicas e ambientais com maior aplicabilidade, devido aos seguintes motivos:

- A transmissão de calor ao ar é pior nos aerocondensadores que nas torres de refrigeração, uma vez que o calor unicamente se transmite dos tubos ao ar ambiente por condução e convecção, o que provoca que o vácuo conseguido no condensador seja menor e a eficiência do ciclo combinado diminua (da ordem de 1 a 2 pontos);
- Esta redução de rendimento implica uma perda de eficiência energética e redundando num pior aproveitamento de um recurso energético como é o gás natural;
- Como consequência da menor eficiência energética, as emissões para a atmosfera por cada kWh produzido seriam maiores;
- O calor evacuado no aerocondensador transmite-se directamente para a atmosfera através do aquecimento do ar refrigerante, cuja temperatura se eleva a cerca de 20°C na saída do mesmo, muito mais que no caso das torres;

- A potência instalada na ventilação é maior e provoca um impacto sonoro importante, que se acentua devido à elevada altura a que se situam os ventiladores;
- Provoca um maior impacto visual que as torres de refrigeração, uma vez que se trata de uma instalação de grande envergadura (da ordem de 30 metros de altura) e que ocupa totalmente um espaço de umas dimensões aproximadas de 90 x 60 metros (5.400 m<sup>2</sup>) por cada grupo de 425 MW.

Em qualquer caso, na tabela 4.2 do documento BREF (“Best Available Techniques Referente Document” = “Documento de Referência sobre as Melhores Técnicas Disponíveis”) sobre Sistemas de Refrigeração na Indústria, estabelece que a alternativa do aerocondensador é um sistema empregue unicamente naqueles locais onde exista uma disponibilidade de água muito restringida (águas subterrâneas).

#### **2.5.1.1.2. Torres de Refrigeração**

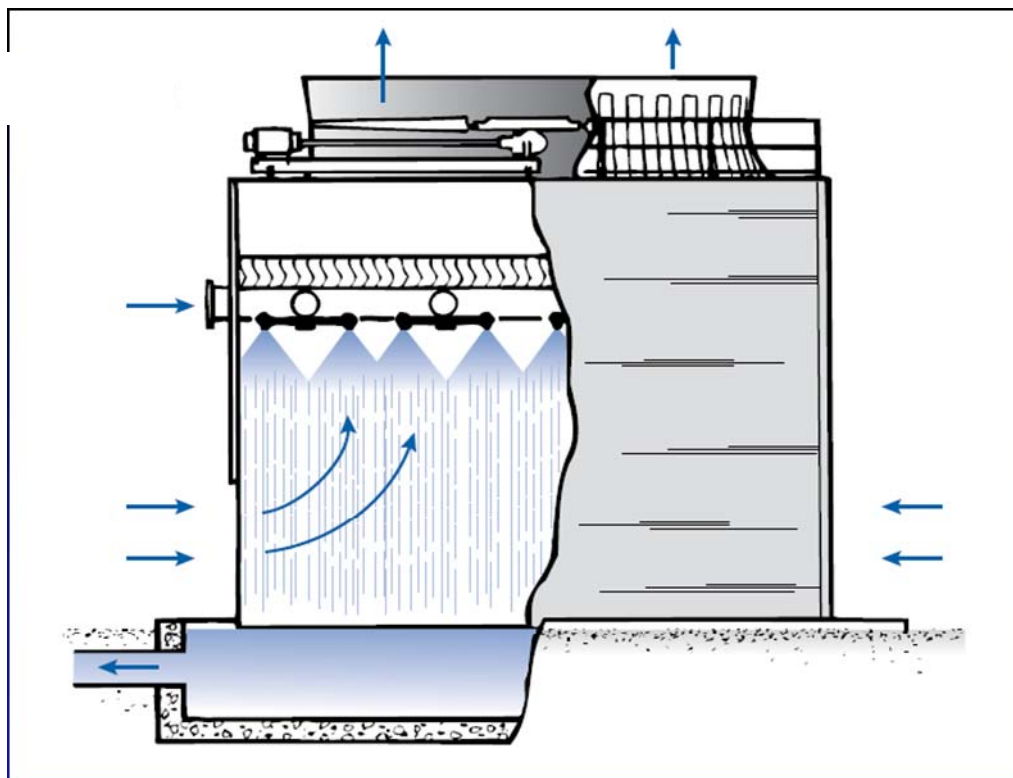
O sistema de refrigeração através de torres apresenta os seguintes problemas ambientais em relação ao sistema de refrigeração em circuito aberto através de água de mar:

- Elevado impacto visual: as torres de refrigeração têm usualmente grandes dimensões tanto em diâmetro como em altura;
- Deposição de sais com os seus efeitos sobre a vegetação e cultivos;
- Formação de plumas visíveis;
- Diminuição do número de horas de insolação;
- Formação de brumas e gelo;
- Menor eficiência do ciclo combinado no seu conjunto com o consequente aumento de combustível e emissões por cada kWh produzido;
- Elevado consumo de água.

Para este sistema funcionar será necessário construir-se uma tomada de água. Esta captação necessitará de uma casa de bombas situada num ponto próximo da captação de água de alimentação.

Por outro lado será necessário construir uma conduta de Rejeição por emissário para a água de purga das torres de refrigeração.

A função da torre de refrigeração será arrefecer a água de condensação e a água dos circuitos auxiliares de refrigeração.



Fonte: Projecto da Central de Ciclo Combinado de Sines, IDOM 2007

**Figura 8 – Esquema de funcionamento de uma torre de refrigeração.**

Numa torre de refrigeração, a principal contribuição para o arrefecimento da água será dada pela evaporação de parte da água que circula na torre. A evaporação da água – transferência de massa da fase líquida (água) para a fase gasosa (ar) – causa a redução da temperatura da água que desce ao longo da torre. Esta redução de temperatura ocorre porque a água para evaporar precisa de calor latente e esse calor é retirado da própria água que circula na torre.

A diferença de temperatura entre o ar e a água é responsável pela troca de calor sensível e contribui também, embora em menor escala para o arrefecimento da água.

A troca de calor sensível entre a água e o ar é função da temperatura de ambos os fluidos enquanto a troca de calor latente é função da humidade relativa do ar. Assim, só existe arrefecimento da água da torre por perda de calor latente, ou seja, por evaporação até o ar que circula dentro da torre atingir a saturação.

A água e o ar circulam em contracorrente nas células; o ar será aspirado do meio ambiente através dos ventiladores situados na parte superior de cada célula e a água quente proveniente do condensador do grupo será distribuída uniformemente pelas células.

A água de arrefecimento proveniente das bacias das torres de refrigeração será bombeada através de condutas até ao condensador onde o calor de condensação do vapor proveniente da turbina de vapor será transferido para a água que circula nos tubos do condensador. A água proveniente do condensador retornará às torres onde é arrefecida devido ao contacto com o ar. Esta água será recolhida nas bacias das torres e novamente bombeada para os condensadores. O movimento do ar será forçado através da utilização de ventiladores.

A permuta de calor terá lugar no interior das torres, na zona denominada de pleno, onde a água pulverizada perde o calor fundamentalmente por evaporação em contacto directo com o ar. O balanço global de massa e energia no sistema indica que o ar, à saída das torres, contém uma quantidade considerável de vapor de água. Por outro lado o ar húmido será emitido para a atmosfera a uma temperatura ligeiramente superior à temperatura ambiente e a uma velocidade elevada, sendo arrastado com o ar húmido um pequeno caudal de gotas de água com alto teor de sal.

Para minimizar a perda de água por arrasto (que contém sais dissolvidos) as torres têm instalado um sistema de separadores que retêm a maioria das gotas arrastadas pelo fluxo de ar. Estes dispositivos instalados no interior das células, impedem que a maioria das gotículas saia arrastada pelo ar e reconduzem-nas ao fluxo de água de circulação. As torres actuais, graças a estes sistemas separadores, perdem por arrasto apenas uma pequena percentagem do caudal de água que entra nas mesmas.

Os consumos de água neste tipo de circuito serão diminutos e resultarão fundamentalmente de perdas por evaporação, perdas por arrasto e da purga das bacias. Para compensar estas perdas será necessário adicionar água nas bacias das torres – Água de Compensação.

A água de compensação do circuito fechado poderá ser água doce ou água do mar.

De forma a garantir as adequadas características físico-químicas da água do circuito fechado de refrigeração esta será sujeita a um condicionamento químico com as seguintes características:

- Injecção de hipoclorito de sódio um biocida para evitar o desenvolvimento de matéria orgânica;

- Injecção de ácido sulfúrico ou clorídrico para ajuste do pH da água de forma a garantir a actuação do biocida;
- Injecção de um agente anti-incrustante para evitar a formação de insolúveis resultantes do aumento de concentração provocada pela evaporação da água;
- O controlo de cloro residual na água da purga das torres será efectuado em contínuo garantindo-se que não excede os 0,5 ppm.

#### **2.5.1.2. Refrigeração em Circuito Aberto**

Na tabela 4.2 do documento BREF sobre Sistemas de Refrigeração na Indústria, estabelece-se que a alternativa do circuito aberto através de água de mar será o melhor sistema para localizações em zonas costeiras.

No caso de se optar por esta solução será necessário construir infra-estruturas de captação e descarga da água de circulação. Parte das mesmas serão construídas dentro do mar. O estudo de diluição de uma pluma térmica e a caracterização do meio marinho, determinaram as características destas infra-estruturas de forma que o impacto térmico da água de refrigeração seja aceitável segundo o Decreto-Lei n.º 236/98 de 01-08-1998.

A captação de água de refrigeração requererá neste caso a construção de uma toma. Esta toma será construída desta forma para evitar fazer uma toma demasiado longa devido à escassa profundidade do mar e à elevada vaga na costa. Este tipo de toma servirá para evitar que as partículas de areia de grande dimensão passem ao resto do circuito de refrigeração, evitando construir uma grande infra-estrutura, como é um desarenador, na praia. Esta toma estará ligada com a estação de bombagem através de um canal.

Neste caso a água será bombada desde a estação de bombagem através de uma tubagem de PRV (poliéster reforçado com fibra de vidro) pelo seu baixo coeficiente de atrito, até ao local da turbina de vapor e refrigerará o condensador. No condensador a água de refrigeração, captada do mar, condensará o vapor saturado procedente da etapa de baixa pressão da turbina de vapor, de forma que se possa voltar a bombear para a caldeira de recuperação.

O circuito de refrigeração completar-se-á com a descarga para o mar da água de refrigeração através de uma outra conduta enterrada de PRV.

Também se dissipará com água do mar o calor libertado na operação dos equipamentos e sistemas auxiliares da instalação, mediante permutadores de calor intermédios com água em circuito fechado.

Para evitar incrustações de microorganismos biológicos nos circuitos de refrigeração, esporadicamente será injectado hipoclorito de sódio e brometo de sódio como biocidas nos circuitos. Os equipamentos doseadores estarão instalados na tomada de água. A dosagem será controlada para que nunca se ultrapassem as concentrações permitidas pela legislação na descarga do circuito.

O circuito de refrigeração também poderá funcionar tendo como fonte de fornecimento água doce proveniente de um Rio, bastando para isso que o Rio em causa tenha características de caudal que permitam a captação e rejeição do caudal de água necessário para o funcionamento da Central.

## **2.6. SISTEMA DE EXAUSTÃO DE GASES**

Após atravessarem a caldeira de recuperação os gases de exaustão da turbina a gás serão descarregados para a atmosfera, através de uma chaminé.

## **2.7. SISTEMA DE CAPTAÇÃO, ARMAZENAGEM, TRATAMENTO E DISTRIBUIÇÃO DE ÁGUA**

Uma Central de Ciclo Combinado utiliza usualmente quatro tipos de água: água potável, água industrial, água desmineralizada e água do mar ou água do rio.

### **2.7.1. Água Potável**

A água potável destina-se aos seguintes consumidores: instalações sanitárias, instalações onde se preparem alimentos (refeitório e bar), laboratórios, chuveiros e lava-olhos a serem instalados nas zonas de manuseamento e utilização de produtos químicos e, de um modo geral, em todas as zonas onde permaneçam pessoas.

Não se considerou a existência de armazenagem de água potável na Central.

### **2.7.2. Água Industrial**

A água industrial será utilizada principalmente na alimentação da instalação de produção de água desmineralizada, na rede de água de combate a incêndios e na rede de água de serviços gerais utilizada para limpeza de pavimentos e equipamentos.

No recinto da Central de Ciclo Combinado o fornecimento de água industrial aos diversos locais de consumo será assegurado por uma rede de distribuição de água industrial.

### **2.7.3. Água Desmineralizada**

A água desmineralizada será obtida a partir da água industrial. A Central de Ciclo Combinado será dotada de uma Instalação de Tratamento de Água (ITA) para produção de água desmineralizada a partir de água industrial. A água desmineralizada destina-se à compensação do ciclo água-vapor, à refrigeração de alguns equipamentos e é também utilizada no laboratório químico.

A instalação de tratamento de água será composta por filtros de areia, filtros de carvão activado seguidos de uma unidade de produção de água desmineralizada. Esta unidade de produção de água desmineralizada será composta por duas linhas independentes com 100% de capacidade de produção cada uma.

De forma a garantir uma determinada autonomia em termos de água desmineralizada esta deverá ser armazenada num tanque de 1.200 m<sup>3</sup>.

O consumo nominal estimado de água desmineralizada de dois grupos é cerca de 30 m<sup>3</sup>/h.

A água desmineralizada utilizada na compensação do ciclo água-vapor será sujeita ainda a um tratamento químico adicional com o objectivo de reduzir a corrosão das tubagens. Este tratamento consiste, normalmente na adição de um produto redutor de oxigénio, um produto de controlo do pH e um produto para precipitar e eliminar sais.

### **2.7.4. Água do Mar/Água do rio**

A água necessária à compensação das torres de refrigeração ou do funcionamento do circuito de refrigeração será obtida através de uma estação de bombagem na captação. A estação de bombagem será constituída por duas bombas cada uma com capacidade para fornecer água de compensação para as torres de refrigeração para os dois grupos em funcionamento.

A água de compensação será transportada para a Central por uma conduta dimensionada para o caudal de dois grupos funcionando em simultâneo.

## **2.8. SISTEMA DE DRENAGEM E TRATAMENTO DE EFLUENTES LÍQUIDOS**

### **2.8.1. Sistema de Drenagem**

A Central de Ciclo Combinado será dotada com um sistema de .

### **2.8.2. Sistema de Tratamento de Efluentes**

Será implementado um sistema de tratamento de efluentes.

#### **2.8.2.1. Efluente Químico**

O efluente químico, juntamente com o efluente proveniente da separação água/óleo será submetido a um tratamento físico-químico, com vista à sua neutralização e clarificação suplementar.

Para o efluente químico, a instalação tem como função proporcionar:

- Precipitação e remoção de metais;
- Remoção de sólidos em suspensão;
- Acerto final do pH.

Não serão enviados para esta rede os efluentes resultantes de limpezas químicas das caldeiras os quais serão objecto de tratamento adequado efectuado por empresa licenciada para o efeito.

#### **2.8.2.2. Efluente Oleoso**

Este efluente será tratado numa unidade dedicada formada por um separador estático água/óleo com flutuador. O óleo é recolhido e o restante efluente líquido é tratado em conjunto com o efluente químico.



### **2.8.2.3. Efluente Doméstico**

O efluente doméstico será adequadamente tratado numa ETAR compacta por meios biológicos de forma a garantir a necessária qualidade e posteriormente enviado para a caixa de junção dos efluentes tratados.

### **2.8.2.4. Efluente Pluvial**

O efluente pluvial não contaminado, dadas as suas características não poluente, será descarregado na rede de colectores.

### **2.8.3. Monitorização das Características dos Efluentes**

Para além dos sistemas de supervisão e controlo indispensáveis à condução e regulação do processo de cada sistema e instalação, existirá um conjunto de equipamentos de amostragem e análise instalado em linha com vista à monitorização das características de cada efluente tratado que chega à caixa de recolha de efluentes tratados.

Nesta caixa, antes da descarga e antes de qualquer diluição serão medidos em contínuo os seguintes parâmetros:

- Caudal;
- Temperatura;
- pH;
- Condutividade.

Para além da monitorização em contínuo serão feitas mensalmente controlos dos seguintes parâmetros:

- Óleos e gorduras;
- Azoto total;
- Azoto amoniacal;
- CBO5;
- CQO;
- Fósforo total;
- Detergentes.

Nas purgas das torres de refrigeração existirá monitorização em contínuo dos seguintes parâmetros:

- Caudal;
- Temperatura;
- pH;
- Condutividade;
- Cloro.

## **2.9. OUTROS SISTEMAS**

### **2.9.1. Sistema de Óleo de Lubrificação**

Cada grupo da Central de Ciclo Combinado disporá de um sistema de óleo de lubrificação. Este sistema será redundante de forma a garantir o fornecimento de óleo à turbina a gás, à turbina a vapor e ao alternador para qualquer regime de funcionamento.

As zonas de implantação dos reservatórios de óleo de lubrificação serão equipadas com sistemas de detecção e combate a incêndios e a concepção e traçado das tubagens de óleo terá em consideração a minimização de riscos de incêndio resultante de eventuais fugas de óleo.

### **2.9.2. Sistema de Ar Comprimido**

O sistema de ar comprimido é comum a toda a instalação e será projectado para satisfazer as necessidades de fornecimento tanto de ar de instrumentos como ar para serviços gerais.

O sistema será composto por compressores de ar rotativos do tipo parafuso de duas etapas e isentos de óleo. Os compressores fornecem o ar através de um sistema de distribuição. As utilizações de ar comprimido na Central podem-se agrupar em duas grandes categorias:

- Ar de Instrumentos;
- Ar de Serviços Gerais.

O sistema de ar comprimido pode-se dividir em duas partes:

- Conjunto de equipamentos de produção, armazenamento, secagem e filtragem do ar comprimido: compressores, secadores, depósitos e filtros;

- Rede de distribuição de ar comprimido aos diferentes pontos onde seja necessário o fornecimento de ar de instrumentos ou ar de serviços gerais.

Os compressores descarregarão para um colector comum passando o ar por dois pré-filtros em paralelo. Após estes filtros o ar poderá seguir para o depósito de ar de serviços gerais ou para um sistema de secagem antes de entrar no depósito de ar de instrumentos.

### **2.9.3. Sistema de Vapor Auxiliar**

Para as Centrais de Ciclo Combinado referidas no presente estudo está prevista a instalação de duas caldeiras auxiliares alimentadas a gás natural dotadas com todos os acessórios e equipamentos para funcionamento autónomo, com o objectivo de fornecer vapor auxiliar aos consumidores de cada grupo durante os arranques e paragens.

## **2.10. SISTEMAS DE SEGURANÇA E PROTECÇÃO**

A Central de Ciclo Combinado será equipada com todos os meios necessários de protecção de incêndios, seja para evitar a sua eclosão seja para circunscrever e eliminar eventuais focos de incêndio.

Os seguintes locais e instalações serão alvo de particular atenção:

- Edifícios das turbinas;
- Transformadores: principais e auxiliares;
- Salas de quadros eléctricos;
- Edifício técnico/administrativo;
- Instalação de tratamento de águas;
- Instalação de armazenagem e bombagem de óleos lubrificantes;
- Oficina e armazém;
- Edifício dos grupos geradores de emergência;
- Instalação de recepção de combustível;
- Estação de bombagem contra incêndios.

A protecção contra incêndios dos diversos locais ou instalações será assegurada através de:

- Sistemas de detecção de incêndios;

- Sistemas de extinção (água, espuma, CO<sub>2</sub>, etc.) de actuação automática e/ou manual, de acordo com as normas em vigor.

No que diz respeito aos sistemas de extinção de incêndio, o Sistema Fixo de Água Contra Incêndios constituirá a base principal de protecção da Central. Este sistema será constituído basicamente por uma estação de bombagem, reservatório de armazenagem de água e, por uma rede de hidrantes, estrategicamente localizados e permanentemente em carga.

Este sistema terá como objectivo assegurar o fornecimento de água (em condições de caudal e pressão) aos vários sistemas de extinção de incêndios, distribuídos pela Central, tais como:

- Hidrantes exteriores;
- “Sprinklers” com bolbo;
- Pulverizadores;
- Armários de incêndio para utilização com água e espuma.

A estação de bombagem incluirá duas bombas principais (uma de reserva) de funcionamento automático. Uma das bombas será accionada por motor eléctrico e a outra por motor Diesel com os seus equipamentos auxiliares. Uma electrobomba auxiliar (Jokey) e um reservatório pressurizado garantem a manutenção da rede geral de distribuição em pressão.

Como complemento, serão instalados em todos os locais vulneráveis à eclosão de um incêndio, extintores de incêndio portáteis. A escolha do agente extintor e da capacidade será função da classe de fogo mais provável de eclodir na de instalação do extintor.

Os sistemas de detecção de incêndios permitirão informar da localização do eventual sinistro e nos casos aplicáveis, permitem accionar os respectivos sistemas de extinção automática. Será instalado um sistema descentralizado constituído por diversos quadros parciais locais e por um quadro geral de recepção dos alarmes instalado na Sala de Comando da Central.

## **2.11. RESÍDUOS**

Os resíduos produzidos numa Central de Ciclo Combinado são descritos para as fases de construção e exploração:

### **2.11.1. Fase de Construção**

Os resíduos que são geralmente produzidos na fase de construção de uma Central de Ciclo Combinado são de três tipos: inertes, equiparados a urbanos e perigosos.

- Dentro dos inertes podem-se produzir, entre outros: terras da escavação, betão, provetes de betão, assim como plásticos, peças metálicas e recipientes e embalagens de plástico;
- Em relação com os resíduos equiparados a urbanos, os tipos que se podem gerar serão papel e cartão e seus recipientes e embalagens, assim como madeira, resíduos orgânicos e lamas de fossas sépticas;
- Dentro dos resíduos perigosos, fundamentalmente serão produzidos óleos usados procedentes da maquinaria que participe na construção da central, assim como recipientes metálicos de óleos, gorduras, tintas, vernizes e solventes.

Quanto às quantidades de resíduos, estima-se que o maior volume corresponderá aos resíduos inertes de terra escavada, dos quais parte podem ser destinados a enchimento e terraplenagem da implantação e de instalações temporárias, e o resto será utilizado, na medida do possível, dentro da Central para efeitos de melhoria paisagística. Quando esta solução não seja possível será depositada em local autorizado.<sup>(1)</sup>

Todos estes resíduos serão geridos de acordo com a legislação em vigor.

### **2.11.2. Fase de Exploração**

Os resíduos industriais que se vão gerar durante a fase de funcionamento da Central serão de tipos urbanos e perigosos, os quais são enumerados de seguida:

- Os resíduos tipo urbano que se podem produzir serão, entre outros, os seguintes: plástico, vidro, recipientes e embalagens de plástico, papel, cartão e embalagens de papel e cartão, lixo doméstico (restos orgânicos), restos de poda e jardins, embalagens de madeira, restos metálicos e resíduos retidos nas grelhas do sistema de água de circulação (algas, organismos marinhos, sólidos inertes, etc., que serão evacuados para um contentor);
- Os resíduos perigosos que se podem produzir serão, entre outros, os seguintes: óleos usados (lubrificantes, hidráulicos, dieléctricos), filtros de óleo, trapos

---

<sup>1</sup> O volume final de escavação poderá variar em função da altura a que se decida instalar os condensadores e os eixos das turbinas

impregnados de óleo e/ou gordura, solventes (halogenados/não halogenados), recipientes vazios (óleos, gorduras, tintas e produtos químicos perigosos), pilhas, lâmpadas fluorescentes e a lavagem “off-line” da turbina a gás.

Por outro lado, serão gerados outros resíduos tais como os lamas procedentes do processo de clarificação de água do rio, as lamas da estação de tratamento pré - fabricada para o tratamento dos esgotos domésticos e as lamas procedentes da linha de lamas da estação de tratamento de águas residuais, que serão caracterizados, de acordo com a normativa vigente, e segundo os resultados desta caracterização serão geridos como perigosos ou equiparados a urbanos. Em princípio são considerados como não perigosos.

#### 2.11.2.1. Tabela de resíduos

Apresenta-se uma tabela com as características dos diferentes tipos de resíduos que está prevista que tenham origem na Central.

**Quadro 2 – Estimativa de resíduos gerados na construção da Central.**

Descrição do Resíduo	Origem	Armazenagem
Madeira	Restos de materiais utilizados na construção	Contentores recolha selectiva
Vidro		
Plástico		
Mistura de metais		
Terras de escavação	Terras resultantes das actividades de escavação	Depósito em local autorizado na altura como disponível pelas Entidades Competentes.
Embalagens	Embalagens de protecção de equipamentos e material diverso necessário à construção da Central	Contentores recolha selectiva
Trapos contaminados com óleos	Trabalhos de montagem de equipamentos	Contentor específico para resíduos perigosos
Resíduos urbanos e equiparados	Várias origens	Contentor de RSU

(1) De acordo com a Portaria n.º 209/2004, de 3 de Março

\* Resíduo perigoso

**Quadro 3– Estimativa de resíduos gerados na exploração da Central.**

Descrição do Resíduo	Origem	Armazenagem
Óleos minerais não clorados de lubrificação	Lubrificação de equipamentos	Bidões / Parque de resíduos (com bacia de retenção)
Óleos sintéticos de lubrificação	Lubrificação de equipamentos	
Óleos minerais isolantes não clorados	Lubrificação de equipamentos	
Águas oleosas	Separadores óleo/água	
Solventes	Operações de limpeza e manutenção	
Embalagens contaminadas por resíduos de substâncias perigosas	Embalagens de acondicionamento de produtos químicos	Contentor / Parque de resíduos
Absorventes e materiais filtrantes contaminados por substâncias perigosas	Filtros e operações de limpeza e manutenção	Contentor / Parque de resíduos
Lamas do tratamento de águas residuais não perigosas	Tratamento de efluentes químicos e domésticos	Contentor ou Big-bags
Resinas de permuta iónica saturadas	Tratamento de águas	Contentor
Embalagens de madeira	Origens várias	Contentor / Parque de resíduos
Pilhas alcalinas	Origens várias	Contentor específico
Tonners, tinteiros e cartuchos	Escritórios	Contentor específico
Papel e cartão	Escritórios	Contentor recolha selectiva
Embalagens de vidro (bebidas)	Origens várias	Contentor recolha selectiva
Lâmpadas fluorescentes	Iluminação	Contentor específico / Parque de resíduos
Pilhas e acumuladores vários	Origens várias	Contentor específico / Parque de resíduos
Embalagens plásticas (bebidas)	Origens várias	Contentor recolha selectiva
Embalagens metálicas (bebidas)	Origens várias	Contentor recolha selectiva
Resíduos urbanos e equiparados	Origens várias	Contentor de RSU

#### 2.11.2.2. Técnicas empregues para a prevenção e redução na origem

As técnicas que se devem aplicar para minimizar na origem os diferentes tipos de resíduos serão as seguintes:

- Controlo sobre os pedidos e compras de material. Este controlo será realizado na recepção e armazém. Deste modo evitar-se-à a geração de resíduos caducados, fora da especificação, etc;

- Selecção de matérias auxiliares com menor incidência ambiental. Deste modo serão produzidos menos resíduos perigosos. Por exemplo, e sempre que seja possível, serão utilizadas tintas a água sobre tintas a solvente, ou procurar-se-ão solventes não halogenados face a halogenados. Para isso, será solicitada informação aos fornecedores sobre a composição e características destas substâncias;
- Evitar a compra de recipientes e embalagens não retornáveis, e adquirir, na medida do possível, o conteúdo (produto/material) e não o contentor (recipiente/embalagem);
- Estabelecer acordos com os fornecedores de diferentes materiais, para que sejam eles quem se encarregue dos recipientes de forma a que estes possam ser reutilizados;
- Controlo rigoroso sobre a manutenção dos equipamentos e do processo, assim como das limpezas a estes equipamentos, planificando os consumos necessários para realizar as misturas ou soluções necessárias;
- Armazenar os produtos e os materiais auxiliares de modo a que se evite a ruptura e derrame dos mesmos ou do seu conteúdo;
- Informação e formação a todo o pessoal, incluindo empreiteiros, para lograr os objectivos de redução com origem dos resíduos, correcta segregação, valorização e tratamento adequado dos resíduos gerados;
- Realização de auditorias ambientais periódicas para comprovar o grau de eficácia das medidas de prevenção e redução previstas;
- Elaboração de um plano de minimização de resíduos perigosos por unidade produzida. Este Plano deverá realizar-se a cada quatro anos.

Todos os resíduos gerados durante o funcionamento da Central, urbanos e perigosos, serão geridos de acordo com a legislação em vigor nesta matéria, quer seja esta de âmbito comunitário, estatal ou local.

O modelo de recolha que deve ser implantado na Central será a recolha selectiva dos diferentes resíduos produzidos, de acordo com o destino final, valorização e tratamento do resíduo.

Para isso dispor-se-á de zonas de armazenagem ou agrupamento de resíduos, que contarão com recipientes suficientes e seguros para depositar convenientemente os diferentes tipos de resíduos produzidos.



O critério sobre o destino final para cada tipo de resíduo produzido na central será o de destinar os resíduos potencialmente recicláveis ou valorizáveis a estes fins, evitando a sua eliminação em todos os casos possíveis, tendo em conta a infra-estrutura de transportadores/gestores autorizados de resíduos industriais presentes nas proximidades da Central.

Para os resíduos perigosos a que seja aplicável a legislação em matéria de transporte de mercadorias perigosas por estrada serão cumpridos todos os requisitos estabelecidos pela mesma.

O destino final previsto para alguns resíduos poderá variar em função da disponibilidade de determinados gestores autorizados de resíduos industriais na região, distâncias das infra-estruturas existentes de gestão, condições de admissão, acordos com fornecedores de recipientes e embalagens, etc.

## **Bibliografia**

- Centrales de Gás Térmicas, Una Vision General, Idom/Faustino Guillen Minguito, 2008
- Projecto da Central de Ciclo Combinado de Sines, IDOM 2007;
- Projecto da Central de Ciclo Combinado da Figueira da Foz, IDOM 2006
- Dados de Ciclos combinados com caldeiras de recuperação, Alstom Power 2006